

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**PNEUS INSERVÍVEIS:  
ALTERNATIVAS POSSÍVEIS DE REUTILIZAÇÃO**

**Hered de Souza Andrade**

**Florianópolis, Julho de 2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**PNEUS INSERVÍVEIS:  
ALTERNATIVAS POSSÍVEIS DE REUTILIZAÇÃO**

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para aprovação na disciplina CNM 5420 – Monografia.

**Por:** Hered de Souza Andrade

**Orientador:** Prof. Dr. Armando de Melo Lisboa

**Área de Pesquisa:** Meio-Ambiente

Palavras- Chave: 1 – Pneus inservíveis  
2 - Reciclagem de pneus  
3 - Reutilização

Florianópolis, Julho de 2007.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota **9,0** ao aluno Hered de Souza Andrade na Disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Armando de Melo Lisboa  
Presidente

---

Profª Drª. Cláudia Lúcia Bissaggio Soares  
Membro

---

Prof. Dr. Laércio Barbosa Pereira  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus.

A minha amada esposa Márcia que compreendeu minha ausência nos dias mais difíceis, meu adorado filho Vinícius, pelo apoio, dedicação e carinho dispensados.

Aos meus pais – Rosângela e José Erido, meus avós – Jacinta e Hered, Maria Elza e Delfim pelo carinho.

A toda minha família - sogros, cunhados, tios e primos que sempre me incentivaram nesta jornada.

Ao meu professor orientador Dr. Armando de Melo Lisboa, pela atenção, dedicação e apoio.

Aos professores e funcionários do departamento do curso de economia, pelo dedicado trabalho dispensado a nós alunos no decorrer de nossa formação.

Em especial ao Prof. Lino Montibeller pelas idéias e sugestões.

A todos os amigos que ganhei ao longo desta caminhada.

*“Para reinserir a economia no ecossistema faz-se necessário uma compreensão profunda da vida. Temos de encontrar as raízes da nossa alienação. Mais do que carentes de respostas técnicas, estamos desorientados por falta de sabedoria. Nossos conceitos puramente racionais não dão conta dos problemas. As bases racionais do pensamento econômico estão colocadas em cheque. Nossa fragmentação também é espiritual, se alimentando do poder social da linguagem econômica”.*

*Prof. Armando de Melo Lisboa.*

## RESUMO

O aumento vertiginoso na geração de resíduos sólidos é uma grande preocupação na sociedade moderna. Entre estes resíduos, estão os pneus inservíveis que devido à significativa quantidade existente no mundo transformou-se em um sério problema ambiental.

Sendo assim, com a necessidade de reduzir o passivo ambiental representado pelo estoque de pneus descartados que hoje existe, tornou-se inadiável um debate que crie soluções para minimizar ou reaproveitar estes materiais. Para isso, vários países vêm realizando estudos na criação de novas tecnologias e processos que possam ser usados como alternativas de reciclagem dos pneumáticos inservíveis.

No Brasil, devido à gravidade desta questão, ações governamentais atribuíram novas responsabilidades aos representantes da indústria de pneus – fábricas e revendedores, que em conjunto com órgãos ambientais de fiscalização e controle passaram a ter um papel decisivo no gerenciamento deste resíduo.

Neste trabalho pretende-se identificar as mais diversas formas de reciclagem, e alternativas possíveis de reutilização de pneumáticos inservíveis que existem, além de tentar identificar e entender os procedimentos que envolvem as várias etapas do processo de reciclagem de pneus: descarte, coleta, transporte e disposição final nos locais que reciclam este material.

**Palavras-chave:** pneus inservíveis; reciclagem de pneus; reutilização.

## **ABSTRACT**

The vertiginous increase in the generation of solid residues is a great concern in the modern society. Between these residues, there are the tires without usefulness that due to the significant existing amount in the world turned into a serious ambient problem.

In such case, with the necessity to reduce the ambient liabilities represented by the supply of discarded tires existing today, a debate that creates solutions to minimize or to reuse these materials became not deferrable. Therefore, lots of countries are realizing studies and implementing proposals in the creation of new technologies and processes that can be used as alternative of recycling of the tires without usefulness.

In Brazil, due to gravity of this question, governmental actions attributed new responsibilities to the representatives of the industry of tires – factories and retailers, who, in set with ambient agencies of fiscalization and control, started to have a decisive posture in the management of this residue.

This study intends to identify the most diverse forms of recycling, and possible alternatives for the reuse of existing tires without usefulness, beyond trying to identify and understanding the procedures that involve some stages of the process of recycling tires: discarding, collects, transport and final disposal in the places that recycle this material.

**Key-Words:** tires without usefulness; recycling tires; reuse.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Composição De Pneus Radiais Para Automóveis.....	34
<b>Gráfico 2:</b> Produção Nacional de Pneus.....	42



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Vendas Mundiais de Pneus para Carros de Passeios (1992-2005).....	38
<b>Tabela 2:</b> Mercado de Pneus de Passeio e Comerciais Leves.....	40
<b>Tabela 3:</b> Destino Final para pneus usados:EUA, Europa e Japão.....	69

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Processos de Fusões e Aquisições das Empresas.....	39
<b>Quadro 2:</b> Volume Produção/Vendas e Segmentação das Vendas de Pneus Novos Brasil (2003-2006).....	42
<b>Quadro 3:</b> Prazos E Quantidades Proporcionais Para Coleta E Destinação Final De Pneumáticos Inservíveis.....	45
<b>Quadro 4:</b> Prazos e quantidade proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis em relação a pneus reformados importados.....	46
<b>Quadro 5:</b> Estratégias de minimização de pneumáticos inservíveis e respectivas opções tecnológicas de tratamento.....	68

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estrutura de um pneu radial veículo de passeio.....	36
<b>Figura 2:</b> Depósito de Pneus Inservíveis nos EUA.....	58
<b>Figura 3:</b> Processo de Trituração de Pneus – CIMPOR.....	63
<b>Figura 4:</b> Pneus inteiros usados para conter erosão do solo.....	73
<b>Figura 5:</b> Construção de Aterro reforçado com pneus Cia Itambé (PR).....	73
<b>Figura 6:</b> Modelo de aplicação de pneus em playground.....	74
<b>Figura 7:</b> Cadeiras Feitas com pneus.....	74
<b>Figura 8:</b> Construção de muro de arrimo.....	74
<b>Figura 9:</b> Casas do Projeto João de Barro Bom-Plac – Santa Cruz do Sul (RS).....	75
<b>Figura 10:</b> Sandálias Góoc.....	78

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO I

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 Problemática.....	15
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Geral.....	18
1.2.2 Específico.....	18
1.3 Metodologia.....	18

## CAPÍTULO II

<b>2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>20</b>
2.1 A inserção da problemática da preservação ambiental na discussão do crescimento econômico.....	20
2.1.2 Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável.....	21
2.1.3 Consolidação da defesa ambiental e do tema desenvolvimento sustentável.....	23
2.2 Desenvolvimento sustentável e reciclagem de materiais.....	25
2.3 Resíduos sólidos e processo de reciclagem.....	28

## CAPÍTULO III

<b>3 PRODUÇÃO DE PNEUS E A PROBLEMÁTICA DOS PNEUS INSERVÍVEIS.....</b>	<b>33</b>
3.1 Pneu: sua origem e composição.....	33
3.2 Produção mundial de pneus.....	37
3.3 Produção de pneus no Brasil.....	41
3.3.1 Destinação final dos pneus inservíveis no Brasil – Resolução CONAMA 258/99 e 301/02.....	43
3.3.2 Destinação final dos pneus inservíveis em Santa Catarina – Lei N. 12.375/02 e Decreto Lei 6.215/2002/SC.....	49

## **CAPÍTULO IV**

<b>4 RECICLAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS.....</b>	<b>52</b>
4.1 Pneus usados e o processo de reforma.....	52
4.2 Alternativas de reciclagem do pneu inservível.....	57
4.2.1 Desvulcanização ou regeneração da borracha de pneus.....	59
4.2.2 Borracha de pneus e pavimentação asfáltica.....	61
4.2.3 O pneu como fonte de energia (co– processamento).....	62
4.2.4 Pirólise – produção de óleo e gás.....	65
4.2.5 Trituração da borracha de pneus: processo mecânico e criogênico.....	66
4.3 Reaproveitamento do pneu inservível em sua forma inteira: outras alternativas de reciclagem.....	70
4.4 Coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis.....	75
4.5 Iniciativas de empresas privadas.....	77
4.5.1 DPASCHOAL.....	77
4.5.2 BRIDGESTONE FIRESTONE.....	79
4.5.3 PIRELLI.....	80
4.6 Iniciativas de prefeituras.....	81
4.6.1 Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.....	81
4.6.2 Prefeitura Municipal de Canoas (RS).....	81
4.6.3 Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu (PR).....	82
4.6.4 Prefeitura Municipal de São Paulo (SP).....	82
4.6.5 Prefeitura Municipal de Campinas (SP).....	83
4.7 Iniciativas públicas no município de Florianópolis quanto à coleta e destinação final de pneus inservíveis.....	83
4.8 Iniciativas empresariais quanto à coleta e destinação final de pneus inservíveis em Florianópolis.....	85

## **CAPÍTULO V**

<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>92</b>

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

A sociedade moderna confronta-se com questões sócio-ambientais que não mais permitem prorrogação em seu prazo de solução. Entre os problemas a serem resolvidos, indiscutivelmente a destinação final do lixo, ou seja, o resíduo produzido pela humanidade ainda é um grande desafio sem muitas respostas.

O resíduo gerado pela sociedade capitalista altamente consumista necessita de uma correta destinação final para que não haja a dilapidação cada vez maior do patrimônio natural. Surge um grande dilema moderno, o que fazer se cada dia mais as pessoas são impulsionadas a aumentar o consumo de mercadorias? E, sendo desta maneira o que fazer com o lixo vindo deste consumo desenfreado?

Afirmar que esta preocupação seja algo recente não corresponde a verdade, pois desde a década de sessenta o padrão de consumo da sociedade capitalista e o impacto negativo disto sobre a natureza vem sendo discutido.

Historicamente desde esta década muitas alternativas vêm sendo estudadas para os países se desenvolverem economicamente sem acentuar ainda mais a degradação do meio ambiente, no entanto apenas em 1972 houve o primeiro debate mundial sobre o tema com a Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo.

O grande marco desta discussão em 1972 é que não seria mais possível continuar a produzir mundialmente bens e produtos sem pensar na degradação ambiental – a determinação é que a natureza fosse tratada não mais como uma fonte inesgotável de recursos; o desenvolvimento econômico deve estar alinhado com a preservação da natureza, surge a partir deste encontro o conceito que alia crescimento econômico e meio ambiente - o chamado “ecodesenvolvimento”.

No entanto, dois outros eventos vão consolidar as discussões mundiais a respeito do tema desenvolvimento sustentáveis - em 1987 a publicação do Relatório Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também chamado Relatório Nosso Futuro Comum ou Relatório Brundtland; e em 1992, a Conferência das Nações Unidas

Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), evento também conhecido como Rio 92 (MONTIBELLER, 2001, p. 36-40).

Desde então uma nova tendência vem se apresentando como forma ecologicamente correta de produzir, atitude que não dependeu e nem depende apenas da boa vontade das empresas em querer preservar a natureza, muitas foram impulsionadas por vários fatores que surgiram e começaram a vigorar no competitivo ambiente empresarial das últimas décadas, entre eles normas e legislação de proteção ambiental; fiscalização de órgãos governamentais; cobrança da sociedade civil organizada; e por fim, e não menos importante, a adequação diante das exigências do mercado.

Atualmente não apenas a forma de produzir permeia as discussões ambientais, e sim a correta destinação dos resíduos gerados na produção destes bens, assim como a disposição final pós-consumo de embalagens e materiais das mais diversas origens.

Todos – sociedade, governo e empresas, vêm sendo chamados a se envolverem em conjunto nas ações que se referem ao correto tratamento e destinações finais dos resíduos gerados sejam eles na produção ou no consumo.

A saída para o problema do resíduo sólido, que se torna muitas vezes uma questão de saúde-pública, nasce de iniciativas empresariais bem sucedidas, de pesquisas realizadas no ambiente acadêmico das universidades, ou fora delas, e de experiências positivas no dia-a-dia, que começam a surtir pequenos efeitos, mesmo sendo casos isolados, vale a pena nos aprofundarmos no tema para perceber e mostrar exemplos que podem e devem ser seguidos por todos.

É com o olhar voltado para o descarte dos resíduos sólidos que esta pesquisa se desenvolverá, tendo como foco principal a destinação final dos pneus automotivos que não têm mais vida útil, os chamados – pneus inservíveis.

## 1.1 PROBLEMÁTICA

A disposição final dos resíduos sólidos no mundo é uma questão preocupante, pois ela depende de um empenho muito grande por parte da sociedade para tentar solucioná-la, não deve ser considerada uma tarefa a ser resolvida apenas pelo poder público, deve haver uma conscientização com o engajamento de toda população.

Sasse (2002, p. 50) chama a atenção para o fato da produção de lixo nos países industrializados, afirma que cada pessoa produz uma enorme quantidade de lixo todos os dias. “Esse lixo destrói o ambiente de várias maneiras, matando plantas e animais diretamente, pela infiltração dos aterros sanitários para as águas subterrâneas, rios e lagos, e pela emissão de substâncias tóxicas na incineração”.

Segundo Teixeira (2005, p. 01), o desenvolvimento para o bem-estar e o conforto humano que se criou a partir da Revolução Industrial, levou a um aumento considerável de material descartado, “ocasionando um aumento da quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo homem, muitos deles trazendo riscos ao meio ambiente e a saúde humana”.

Como se pode notar, é preciso uma consciência mais ampla com relação à disposição final do resíduo sólido, trabalhando principalmente na diminuição da geração destes; além disso, tentar inserir uma filosofia de reaproveitar; reciclar ou reusar o material que se tem em mãos, antes de descartá-lo totalmente. Para isso seria necessário que os países trabalhassem na conscientização e diminuição da geração de resíduos sólidos, no entanto isso vai de encontro a busca incansável da produção de riqueza e do crescimento econômico perseguido pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

No Brasil a situação não é melhor do que a observada em outros países, ao contrário, ainda há muito a ser feito em relação à deposição dos resíduos sólidos. Pereira e Tocchetto (2007) defendem a diminuição da geração de resíduos, ou seja, pregam a ideia da redução da geração destes, uma vez que se tem uma alarmante estatística que afirma que 75% das cidades brasileiras dispõem seus resíduos sólidos em lixões. “É preciso inverter a pirâmide, o que significa colocar em prática a desejável



política dos “3 Rs”(Reduzir, Reusar e Reciclar) e não continuar produzindo e gerando mais resíduos”.

Segundo os autores, diante deste quadro é preciso que governo e sociedade assumam uma nova postura para esta problemática “visando gerenciar de modo mais adequado a grande quantidade e diversidade de resíduos que são produzidos diariamente nas empresas e residências”.

Este aumento vertiginoso da geração de resíduos sólidos no mundo está atrelado ao progresso tecnológico experimentado pelo homem moderno, progresso este usado a seu favor, de forma a trazer maior conforto para sua vida.

Segundo Salini (2000, p. 1) o progresso técnico e a explosão demográfica no Século XX favoreceram o aumento exponencial na quantidade e tipos de resíduos gerados pela sociedade, sendo que a maior parte não recebe a correta destinação, muitas vezes permanecendo no ambiente por centenas de anos. “A criação de materiais não degradáveis, combinado com o aumento da população, tem resultado em uma crise de disposição ambiental destes detritos”.

Os resíduos sólidos que vão parar diariamente nos lixões, muitas vezes são jogados e descartados em locais inadequados, ou até mesmo eliminados de forma inadequada. Entre vários tipos de materiais encontrados no meio destes, um que vem preocupando e muito ambientalistas, governo e sociedade são os pneus descartados que não têm mais vida útil – pneus inservíveis.

Em 1845, os pneus de borracha substituíram rodas de ferro e madeira usados em carroças e carruagens, este evento não marcou apenas a revolução do setor dos transportes, mas a utilização dos pneus de borracha trouxe consigo “a problemática do impacto ambiental, uma vez que a maior parte dos pneus descartados está abandonada em locais inadequados, gerando grandes transtornos para a saúde e a qualidade de vida humana” (Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem Sistema FIEP, JUL/AGO –2001, p. 3).

O descarte final do pneu inservível traz sérios prejuízos a cidade, seja na forma inadequada do descarte; armazenamento; depósito de água que pode ser foco para doenças como a dengue; ou a eliminação através de queima a céu aberto que contamina o solo e o ar; ou a criação de depósitos clandestinos; e é por isso a

importância se conhecer mais profundamente as formas viáveis tanto ecologicamente como economicamente, de aproveitamento dos pneus inservíveis, como maneira de diminuir o descarte inadequado dos mesmos.

Para isso, este trabalho pretende identificar e estudar alternativas possíveis de reutilização dos pneus inservíveis, além de apontar quais processos são os mais viáveis atualmente no Brasil, assim como levantar alguns exemplos de como é tratada a questão dos pneumáticos inservíveis pelos representantes da indústria de pneus na grande Florianópolis. Além disso, perceber através de pesquisa bibliográfica – livros, periódicos, *sites* confiáveis da internet, como as empresas tratam o assunto da destinação correta dos pneus inservíveis, tentando observar quais variáveis as levam a adoção de uma política ambiental empresarial ecologicamente correta – consciência ambiental, motivação econômica; interesse estratégico ou cumprimento de legislação e normas ambientais existentes?

Para isso, no Capítulo I, será feita a introdução do assunto a ser abordado no decorrer da pesquisa, bem como a delimitação do tema, com a descrição dos objetivos – geral e específico.

No capítulo II, pretende-se uma breve introdução através de uma revisão bibliográfica das questões relacionadas à economia e ecologia; o desenvolvimento sustentável; as questões econômicas que envolvem a atividade de reciclagem.

No capítulo III, será tratada a problemática dos pneus inservíveis, abordando os aspectos técnicos que envolvem a produção de um pneu; materiais usados na sua fabricação; tempo de vida útil; alternativas de reaproveitamento dos mesmos. Apresentar estatísticas relacionadas à atividade mundial de reciclagem de pneus, bem como apontar dados referentes ao Brasil, além de levantar a legislação vigente no país a respeito de disposição final de pneus inservíveis, bem como identificar os órgãos que regulamentam e fiscalizam este assunto em nosso país.

No capítulo IV, serão apresentadas atividades que vêm sendo desenvolvidas na criação de novas alternativas na utilização e reaproveitamento dos pneus inservíveis. Serão apontadas experiências já colocadas em prática, além de apresentar algumas experiências da grande Florianópolis.

No capítulo V, serão feitas as considerações finais a respeito da pesquisa realizada, assim como recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, serão listadas as referências bibliográficas consultadas e utilizadas durante a realização deste trabalho.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Levantar através de pesquisa bibliográfica quais as opções possíveis para a correta destinação final dos pneus inservíveis sob o ponto de vista da preservação ambiental.

### **1.2.2 Específicos**

- a) Apresentar a problemática da reciclagem de pneus do ponto de vista teórico, técnico e mercadológico;
- b) Apresentar as leis e normas que regulamentam a questão do descarte final de pneus no Brasil e em Santa Catarina;
- c) Estudar as alternativas possíveis de reaproveitamento de pneus inservíveis;
- d) Apresentar informações a respeito da questão da destinação final de pneus inservíveis no município de Florianópolis;

## **1.3 METODOLOGIA**

Para a realização deste trabalho, foram feitas pesquisas referentes à questão dos resíduos sólidos em especial os pneus inservíveis, sua disposição final, além de estudar sobre possíveis formas de reaproveitamento e reciclagem dos mesmos.

No capítulo II e III, foi feito um levantamento bibliográfico em diversas fontes de pesquisa - livros, periódicos e *sítes* confiáveis a respeito de preservação ambiental;

desenvolvimento sustentável, geração e disposição de resíduos sólidos – em especial os pneus inservíveis e a absorção deste assunto pela sociedade e pelas empresas, as iniciativas que vêm sendo adotadas a respeito da reciclagem e reaproveitamento dos pneus inservíveis.

No capítulo IV, procurou-se evidenciar a questão do reaproveitamento dos pneus inservíveis, trazendo a tona casos de sucesso na utilização dos mesmos para diversas finalidades, com a intenção de mostrar que há soluções possíveis para este grave impasse ambiental – o descarte de pneus sem vida útil.

A fundamentação teórica foi buscada em fontes seguras tais como livros, periódicos, artigos e *sites* na área de economia ambiental, ecologia, desenvolvimento sustentável, reciclagem e proteção do meio ambiente.

## CAPÍTULO II

### DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

#### 2.1 A Inserção da problemática da preservação ambiental na discussão do crescimento econômico

O modo de produção moderno da sociedade capitalista vem sendo analisado e observado por muitos estudiosos nas últimas décadas. A questão que envolve a preservação ambiental e o crescimento econômico começou a ganhar destaque na década de setenta quando alguns cientistas reunidos no chamado Clube de Roma apontaram através de um relatório a degradação ambiental que vinha ocorrendo em função da utilização dos recursos naturais que naquela época eram considerados inesgotáveis.

Com o relatório intitulado - *Limites do Crescimento* (1972), publicação encabeçada pelo cientista Dennis L. Meadows que trabalhou em conjunto com outros pesquisadores surge à tentativa de conscientizar a população mundial que o meio ambiente é um bem que deve ser preservado para que as futuras gerações também tenham acesso a ele (MONTIBELLER, 2001, p. 35-38).

A realização da Conferência de Estocolmo foi outro grande acontecimento em 1972. Estes foram dois grandes marcos iniciais dos debates sobre crescimento econômico e preservação do meio ambiente na década de setenta, que nasceram do reflexo de discussões iniciadas e desenvolvidas desde os anos sessenta, (situação reconhecida no texto do relatório do Clube de Roma) (BRÜSEKE, 1998, p. 29).

As alarmantes previsões deste relatório fomentaram debates em toda parte do globo, em especial nos países em que a filosofia do produzir sempre mais, para sustentar as mordomias do progresso técnico e desenvolvimento econômico não podia ser freada. Pode-se imaginar o porquê de tanta discussão, uma vez que entre muitas considerações, o relatório do Clube de Roma abordava situações tais como:

- a) Se as atuais tendências de crescimento da população mundial – industrialização, poluição, produção de alimentos e diminuição de recursos naturais – continuarem imutáveis, os limites do crescimento neste planeta serão alcançados algum dia dentro dos próximos cem anos. O resultado mais provável será um declínio súbito e incontrolável, tanto da população quanto da capacidade industrial;
- b) É possível modificar estas tendências de crescimento e formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica que se possa manter até um futuro remoto. O estado de equilíbrio global poderá ser planejado de tal modo que as necessidades materiais básicas de cada pessoa na Terra sejam satisfeitas, e que cada pessoa tenha igual oportunidade de realizar seu potencial humano individual;
- c) Se a população do mundo decidir empenhar-se em obter este segundo resultado, em vez de lutar pelo primeiro, quanto mais cedo ela começar a trabalhar para alcançá-lo, maiores serão suas possibilidades de êxito.

Desta forma, estava dada a largada inicial para debates que foram se desenrolando no decorrer das décadas a respeito de questões relacionadas a crescimento econômico e preservação do meio ambiente, assim como o aumento das divergências entre os economistas que defendiam e se identificavam com as teorias do crescimento (BRÜSEKE, 1998, p. 31).

### **2.1.2 Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável**

Em 1972, Maurice Strong (Secretário Geral da Conferência de Estocolmo) usa o conceito ecodesenvolvimento, para caracterizar uma política alternativa de desenvolvimento econômico com responsabilidade de preservação da natureza. Segundo Brüseke (1998), em 1974, Ignacy Sachs, expandiu o conceito de ecodesenvolvimento, formulando os princípios básicos desta nova visão do

desenvolvimento. Para Sachs, seis aspectos importantes estão envolvidos por este conceito, são eles:

- a) Satisfação das necessidades básicas;
- b) A solidariedade com as futuras gerações;
- c) O envolvimento e participação de toda população;
- d) A preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral;
- e) A elaboração de um sistema social garantindo emprego, segurança social e respeito a outras culturas;
- f) Programas de educação.

Nota-se que o ecodesenvolvimento incorpora e se preocupa com questões sociais globais, por isso é considerada uma crítica a modernização industrial em detrimento das desigualdades sócio-econômicas presenciadas em diversos países pobres e em desenvolvimento nas mais diferentes regiões do globo. (BRÜSEKE, 1998, p. 31).

A respeito da inserção do tema ecodesenvolvimento e sustentabilidade nas discussões da política econômica mundial, Montibeller (2001, p. 43) afirma que a “construção do novo conceito parte da crítica à visão economicista e ao desenvolvimentismo, denunciando-os como reducionismo econômico e como responsável pela geração dos problemas sociais e ambientais”.

Para Barbieri (1997) o ecodesenvolvimento nasce das opiniões conflitantes encontradas no debate ocorrido em Estocolmo. De um lado estavam os que acreditavam que ajustes na tecnologia promoveriam a solução para a escassez dos recursos naturais, no outro, os que acreditavam que o progresso tecnológico não conseguiria deter o esgotamento de tais recursos.

O que se verificou na Conferência de Estocolmo foi à explicitação de conflitos entre países desenvolvidos e os não desenvolvidos. Os primeiros, preocupados com a poluição industrial, a escassez de recursos energéticos, a decadência de suas cidades e outros problemas decorrentes dos seus processos de desenvolvimento; os segundos, com a pobreza e a possibilidade de se desenvolverem nos moldes que se conheciam até então (BARBIERI, 1997, p. 19).

Como se pode perceber, os conceitos que foram de desenvolvendo a partir destes encontros mundiais, nasceram de longas discussões a respeito do tema da preservação ambiental e crescimento econômico, inclusive a década de setenta é conhecida como a “década do controle e regulamentação”, pois foi a partir deste período que os países iniciaram seus processos internos de regulamentação – leis e normas – que foram criadas com o intuito do controle da poluição e abusos na utilização dos recursos naturais.

Entre a propagação do tema ecodesenvolvimento e o aparecimento do conceito desenvolvimento sustentável, foram praticamente treze anos de discussão e muita luta em defesa do meio ambiente. A seguir veremos como se deu a globalização do tema desenvolvimento sustentável.

### **2.1.3 Consolidação da defesa ambiental e do tema desenvolvimento sustentável**

Como vimos, em 1974, há uma ampla discussão a respeito do tema difundido por Sachs – o ecodesenvolvimento. No entanto com a publicação do Relatório Nosso Futuro Comum (Brundtland) da Organização das Nações Unidas – ONU (1987) se deu à propagação mundial do conceito “desenvolvimento sustentável”, a partir desta data este é o novo conceito que vai estar presente nos congressos e fóruns globais sobre o tema desenvolvimento econômico e meio ambiente.

No Relatório Nosso Futuro Comum o conceito de desenvolvimento sustentável fornece:

Uma estrutura para a integração de políticas ambientais e estratégias de desenvolvimento – sendo o termo “desenvolvimento” aqui empregado em seu sentido mais amplo. [...] A busca do desenvolvimento sustentável exige mudanças nas políticas internas de todas as nações (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, 43).

Sendo assim, é sugerido pela comissão do relatório que o problema ambiental deva ser tratado como um assunto global. Segundo este documento, essa busca pela sustentabilidade vai dar um novo rumo nas relações internacionais destes países,



criando uma maneira mais eqüitativa do fluxo de capital, comércio e tecnologia. A “estratégia do desenvolvimento sustentável visa promover a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 70).

Esta estratégia, segundo Nosso Futuro Comum, abrange os seguintes aspectos:

- a) Um sistema político que assegure a efetiva participação dos cidadãos nos processos decisórios;
- b) Um sistema econômico capaz de gerar excedentes e *know-how* técnico em bases confiáveis e constantes;
- c) Um sistema social que possa resolver as tensões causadas por um desenvolvimento não equilibrado;
- d) Um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica e busque constantemente novas soluções;
- e) Um sistema internacional que estimule padrões sustentáveis de comércio e financiamento;
- f) Um sistema administrativo flexível e capaz de se autocorrigir.

A publicação do relatório Nosso Futuro Comum em 1987 juntamente com outros movimentos e acontecimentos que foram ocorrendo em todo o planeta, consolidaram a década de oitenta como o período de “globalização do debate” do desenvolvimento sustentável.

Para Valle (1995), na década de oitenta ocorrem dois grandes eventos que podem ser vistos como a fase de concretização da globalização das questões que se relacionam à defesa dos recursos naturais. São eles – assinatura do Protocolo de Montreal (1987) que elimina toda a família de produtos químicos (os cloro-flúor-carbonos ou CFC's) na composição de produtos e a publicação do relatório Nosso Futuro Comum - ONU.

Por sua vez, na década de noventa com o evento promovido pela ONU - a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) (também chamada Rio 92 ou Cúpula da Terra) o debate sobre desenvolvimento e meio ambiente estão definitivamente consolidados em nível global.

Segundo Barbieri (1997, p. 47), esta conferência representou um significativo avanço na maneira de compreender os graves problemas que se acumulam neste final de século, que na verdade “se caracteriza por uma superposição de crises econômicas, sociais, políticas, culturais e ambientais, que transcendem os aspectos locais e as fronteiras nacionais”.

Esta nova compreensão sobre o tema se baseia na idéia de que meio ambiente e desenvolvimento econômico devem ser tratados conjuntamente, e não mais de forma dissociada. Várias recomendações e tratados internacionais, além de declarações de princípios foram assinados antes e durante a Rio 92, na própria conferência cinco importantes documentos foram assinados: - Convenção do Clima; convenção da Biodiversidade; Agenda 21; Declaração do Rio e Declaração das Florestas (BARBIERI, 1997).

A Conferência Rio 92 retratou a proporção que o problema da preservação ambiental havia alcançado, uma vez que nesse final de século, “esta questão ultrapassa os limites das ações isoladas e localizadas, para se constituir em uma preocupação de toda humanidade”. A partir dos anos 90 a comunidade fica mais alerta para a necessidade e consciência da importância em se manter o equilíbrio ambiental (VALLE, 1995, p. 4).

O conceito do desenvolvimento sustentável amplamente debatido neste evento torna mais claro o entendimento da inter-relação existente e os cuidados que deve haver no convívio homem-natureza, há uma nova atitude da sociedade diante desta nova situação, com isso a adoção de novas alternativas para a preservação do meio ambiente começa a ser incorporada pelas empresas e pela sociedade de modo geral.

A partir deste marco da década de noventa, a Rio 92 a idéia que se propagou foi à questão do “pensar global, e agir local”, ou seja, todos deveriam cumprir seu dever de casa no que tange as questões de meio ambiente.

## **2.2 Desenvolvimento sustentável e reciclagem de materiais**

Na década de noventa começam a surgir normas ambientais para regular e delimitar a responsabilidade das empresas em termos de utilização dos recursos

naturais, bem como o tratamento dos resíduos gerados em seus processos produtivos. No cenário empresarial surgem novas ferramentas e conceitos que envolvem a problemática ambiental – sistema de gestão ambiental; certificação ambiental; métodos de tratamento de resíduos, entre outros.

Por sua vez, as pessoas começam a observar melhor o problema relacionado ao lixo, a disposição final do mesmo e também começam a conviver com alternativas de destinação e reaproveitamento dos resíduos que antes eram descartados definitivamente. Esta conjunção de fatores ajudou na criação de novas alternativas de redução, reaproveitamento ou reciclagem de resíduos, a questão da reciclagem surge como uma das possibilidades de contribuição para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Atualmente já existem “avanços científicos e tecnológicos que têm conduzido à redução do desperdício, à reciclagem de materiais, o melhor aproveitamento dos insumos e à eliminação e substituição de matérias-primas escassas ou poluidoras por outras de melhor rendimento” (SABEDOT, 2006, p. 111).

“É indiscutível que a aplicação da ciência e da tecnologia tem conduzido à melhora no nível de vida da população, pelo menos para uma parte da população do planeta”, no entanto, este progresso técnico criou vários problemas em termos de degradação dos recursos naturais: mudanças climáticas; perda de terras cultiváveis (desertificação); desmatamento; poluição dos rios, lagos e mares; poluição do solo e das águas subterrâneas; poluição do ar, além do aumento considerável na produção mundial do lixo, por isso se tornou vital a conciliação entre o progresso e a preservação ambiental (LORA, 2000, p. 35).

Para Montibeller (2001, p. 211), a palavra-chave na reciclagem é a questão do custo ambiental, tanto na extração de matérias-primas como da disposição final dos rejeitos. “Uma empresa é levada à reciclagem, em parte, devido ao mercado, mas, sobretudo pela pressão ou indução da sociedade civil através das leis e regulamentos públicos”, no entanto não se deve ignorar que há uma reciclagem comercial (comércio de sucata de ferro, por exemplo), e uma reciclagem coletiva, “baseadas na participação organizada dos cidadãos, geralmente mediante contribuição do Estado”.

O debate a respeito dos custos ambientais é difundido pela economia ecológica,

que estuda a questão da externalidade gerada pelo modelo de produção capitalista, pois não existe capitalismo sem desperdício. Uma das principais preposições da economia ecológica “é a de avançar os movimentos sociais ambientalistas, como forma de pressionar o mercado, para que ao menos parcialmente, este tenha que absorver, nos preços, o custo ambiental” (MONTIBELLER, 2001, P. 130).

Este custo estaria envolvido com o fluxo de energia e de materiais demandados pelo processo produtivo da sociedade capitalista, que se baseia no desperdício, e decorrente desta situação haveria um caos ou uma desordem na ordem natural desta energia e destes materiais utilizados. Esta situação é chamada de entropia que “é a medida da desordem de um sistema (situação caótica, representada, sobretudo pelo desperdício de energia e de materiais)” (MONTIBELLER, 2001).

A crítica feita pelos economistas ecológicos, é de que nos cálculos dos preços das mercadorias não estariam embutidos os custos ambientais deste desperdício, em face da dificuldade de valoração dos bens ambientais. Estas mercadorias não teriam preços ecologicamente corretos. “Desta forma, [...] o desenvolvimento sustentável muito provavelmente não será alcançado no capitalismo” (MONTIBELLER, 2001, p. 136-137).

Corroborando com este assunto, Pádua (2007) relembra a preocupação de Georgescu-Roegen (1971) que afirmou que o moderno sistema econômico e industrial da sociedade a medida que avança a “escala e a velocidade dos fluxos de produção e consumo, ao mesmo tempo em que dificulta a reciclagem, estaria agindo na direção contrária à dos ciclos naturais”.

Em outras palavras, a dissipação de energia e matéria produzida pela ação humana estaria apressando a chegada de uma situação de desordem e de caos na natureza do planeta do qual dependemos para nossa sobrevivência, simplificando um assunto extremamente complexo, os sistemas materiais caminham sempre na direção de um aumento da desagregação e da desordem (PÁDUA, 2007, p. 1).

Montibeller (2001, p. 211) afirma que é baseado nestes fatos que a questão da reciclagem de materiais é um tema recorrente na perspectiva do desenvolvimento sustentável, é importante porque abrange a destinação dos rejeitos da produção e do consumo, e também a questão da disponibilidade atual e futura de recursos naturais não renováveis, problemas preocupantes nos dias atuais.

A seguir serão verificados os tipos de resíduos, suas origens e possibilidades de reciclagem, dando um enfoque especial ao descarte de materiais provenientes de atividades industriais.

### **2.3 Resíduos sólidos e processo de reciclagem**

Diariamente milhões de toneladas de lixo são produzidas no mundo, no entanto nem todo este descarte ou rejeito é passível de um processo de reciclagem ou reaproveitamento. “O aumento da demanda doméstica e industrial por diferentes produtos e a correspondente diminuição da disponibilidade de recursos naturais não pode se manter indefinidamente sem provocar uma severa desordem ambiental” (LORA, 2000, p. 43).

Segundo o autor, nos países em desenvolvimento o quadro ambiental é geralmente mais crítico, “o processo da urbanização intensa, com o aparecimento de megacidades [...] tem feito com que os problemas ambientais se tornem incontroláveis”, por sua vez, os países mais prósperos se caracterizam por gerar maiores quantidades de resíduos e maior emissão de poluentes relacionados com o consumo de energia, tais como o CO<sub>2</sub>.

Este resíduo se origina do conjunto de produtos não aproveitados das atividades domésticas, comerciais, industriais, de serviços e saúde, ou aqueles gerados pela natureza, (folhas, galhos, terra, areia), que são retirados das ruas através da limpeza urbana. Este lixo, ou resíduo como é tecnicamente chamado, precisa ser coletado, transportado e disposto em aterros sanitários de forma segura e sustentável (HALLIDAY, 2003, p. 6).

Por sua vez, Montibeller (2003, p. 215), afirma que “o problema do lixo reside em dois aspectos. Um, diz respeito à enorme e crescente quantidade de recicláveis, aos quais tem que se dar uma destinação final”. Esta destinação implicaria em áreas de depósitos para descarte (aterros) ou incineração. Outra situação seria o lixo reciclável, que se defronta com a “barreira imposta pelos limites inerentes à reciclagem de

materiais”.

Segundo o autor, no que se refere à deposição, o problema é que se trata de um processo cumulativo, ou seja, uma vez que as áreas utilizadas para estocagem esgotarem sua capacidade, sendo o acúmulo do lixo uma crescente, haverá pressão por novas áreas, isso envolveria custos de transporte maiores, que inviabilizaria economicamente esta alternativa. A incineração se torna menos problemática, no entanto “a queima expelle partículas, fumaças e gases, inclusive cancerígenos”.

Mas, a problemática que envolve a questão dos resíduos gerados vai além do ato da coleta, é necessário que se entenda qual é a forma de manuseio e gerenciamento dos mesmos, como forma de prevenção à saúde pública e ao meio ambiente. Além disso, é importante saber que sua classificação se dá quanto às características físicas, à sua composição, à sua origem, além de serem separados por classes devido aos riscos apresentados em seu manuseio. O resíduo sólido pode ser classificado conforme disposição a seguir:

- a) Por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- b) Por sua natureza física: seco e molhado;
- c) Pelos riscos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente: perigosos, não inertes e inertes;
- d) Quanto a sua origem: domiciliar, comercial, de varrição e feiras livres, de serviços de saúde e hospitalar, de aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários, industriais, agrícolas e entulhos.

No Brasil, a classificação e conceituação dos resíduos são regulamentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma NBR 10004/ 87- RESÍDUOS SÓLIDOS, que classifica os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que sejam manuseados e destinados adequadamente (ABNT, NBR 10004/87).

Também estão incluídos nesta norma, resíduos de lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, (gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição), bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água (ABNT, NBR 10004/87).

Além disso, todo resíduo apresenta certo grau de periculosidade, em função de

suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, e isto poder significar risco a saúde pública - provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou; risco ao meio ambiente - quando o manuseio ou o destino deste é feito de forma inadequada. É a Resolução nº5 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que trata da destinação final dos resíduos sólidos, define normas mínimas para sistema de gerenciamento, de tratamento e a disposição final dos mesmos.

Quanto à periculosidade, as classes de resíduos adotadas no Brasil são as seguintes:

- a) **Resíduos classe I (Perigosos):** Apresentam periculosidade ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ex: baterias, produtos químicos;
- b) **Resíduos classe II (Não-inertes):** Não se enquadram como resíduos classe I - Perigosos ou resíduos classe III - Inertes e podem ter as seguintes propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Ex: matéria orgânica e papel;
- c) **Resíduos classe III (Inertes):** Não têm constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas. Ex: rochas, tijolos, vidros, certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Além dos resíduos se dividirem por várias características e graus de periculosidade, há ainda processos diferentes de tratamento e disposição final para o resíduo urbano e os resíduos sólidos industriais. No caso do primeiro, as técnicas mais apresentadas como soluções são:

- a) **Aterro sanitário:** compactação e aterramento do lixo com tratamento dos afluentes líquidos e gasosos decorrentes;
- b) **Compostagem:** Nas diversas formas possíveis, que constitui-se na decomposição aeróbica do lixo orgânico – separado em casa ou em usina – para servir de adubo na agricultura;

- c) **Reciclagem:** reaproveitamento do material orgânico do lixo destinado à venda para setores da indústria;
- d) **Incineração:** queima do lixo em alta temperatura, indicado principalmente para o lixo hospitalar;
- e) **Coleta seletiva:** triagem domiciliar do lixo destinado à reciclagem e compostagem.

Como se pode verificar, esta questão trata dos resíduos sólidos urbanos, no caso dos resíduos gerados pela indústria outros processos envolvem seu tratamento e destinação final. No entanto algumas questões são comuns a todo e qualquer tipo de resíduo sólido, tais como – logística e formas adequadas para seu transporte; utilização de veículos e equipamentos apropriados para tal fim; locais apropriados para deposição.

Já no caso dos resíduos sólidos industriais, por serem muito variados, pois se originam de diversos ramos da indústria – metalurgia, química, petroquímica, alimentícia, etc, a responsabilidade da disposição final dos mesmos é do gerador do resíduo, pois a grande maioria deles se classifica como resíduos classe I – perigosos. Entre estes resíduos podem estar cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, metais, borrachas, vidros, etc (LORA, 2000, p. 422-424).

Estes resíduos industriais, que é o caso dos pneus inservíveis, objeto principal de estudo deste trabalho, requerem das empresas o gerenciamento e diretrizes para a disposição final ou tentativa de diminuição da emissão dos mesmos. Segundo Lora (2000, p. 422):

Por volta de 20 anos atrás o problema dos resíduos e sua disposição segura não recebia muita atenção. A disposição inadequada de resíduos levou à poluição de águas e à contaminação dos solos, afetando diretamente a saúde humana e o meio ambiente. Em muitos países, como os Estados Unidos e a Alemanha, as áreas com resíduos industriais abandonados são ainda hoje fontes de grandes problemas ambientais.

Para o autor, “as políticas para minimização e reciclagem dos resíduos gerados



começam a ser implementadas em muitos países com o objetivo de diminuir os impactos negativos causados pela geração de resíduos, em especial os perigosos” (LORA, 2000, p. 424).

Para os resíduos industriais, existe uma crescente preferência pela adoção de tecnologias que contemplem a eliminação e/ou minimização da geração de resíduos na fonte. No entanto, se for inevitável a geração do mesmo, há processos de tratamento como – secagem, encapsulamento<sup>1</sup>, incineração, *landfarming*<sup>2</sup>, etc.- métodos que possibilitam a diminuição do volume do resíduo a ser disposto ou a sua diminuição de toxicidade e sua reciclagem, “em lugar de sua disposição no solo pura e simples, mesmo em aterros devidamente construídos com tal finalidade” (LORA, 2000).

Este trabalho se concentrará na questão do gerenciamento dos pneus inservíveis, verificando como as empresas fabricantes estão trabalhando a destinação final dos mesmos. Assim como, levantar a legislação brasileira quanto a esta questão. Sendo assim, no próximo capítulo estudaremos a composição do pneu, sua estimativa de vida útil, os processos de reutilização e reciclagem após se tornarem pneus inservíveis.

---

<sup>1</sup> Termo referente a sistemas de tratamento projetado que utilizam técnicas de solidificação e estabilização para atingir um ou mais dos seguintes objetivos: a) melhorar características físicas e de manuseio de um resíduo; b) diminuir a superfície de exposição, através da qual possa ocorrer perda ou transferência de contaminantes; c) limitar a solubilidade ou destoxificar qualquer constituinte presente ao resíduo; d) minimizar a taxa de migração de contaminantes para o meio ambiente; e e) reduzir o nível de toxicidade. (WILLES, 1987, *apud* VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental).

<sup>2</sup> Tratamento em uma camada de solo biologicamente reativa. O sistema é preparado de modo a evitar-se a contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais, através de um sistema de drenagem e compactação. (*Idem*).

## **CAPÍTULO III**

### **PRODUÇÃO DE PNEUS E A PROBLEMÁTICA DOS PNEUS INSERVÍVEIS**

Neste capítulo abordaremos a questão do descarte final dos pneus que não possuem mais nenhuma possibilidade de reaproveitamento, ou seja, que não servem mais para reutilização na recauchutagem ou recapagem classificados como pneus inservíveis. No próximo tópico serão abordados aspectos relacionados a composição dos pneus, os materiais que envolvem a fabricação deste artefato, assim como a dificuldade de sua reciclagem.

#### **3.1 Pneu: sua origem e composição**

Em 1839, Charles Goodyear descobriu casualmente o processo de vulcanização da borracha, com isso em 1845 aproveitando-se desta descoberta, R. W. Thomson criou o pneu de borracha. Durante décadas muitas experiências foram sendo realizadas para o melhoramento das propriedades da borracha natural. A partir da Primeira Guerra Mundial, na Alemanha foi criada uma nova tecnologia para a fabricação da borracha sintética, uma vez que até este período os pneus dependiam em sua totalidade da matéria-prima borracha natural para sua confecção. (RAMOS, 2005).

A partir desta inovação e descoberta dos pneus de borracha, em virtude da resistência, durabilidade e conforto para transporte de cargas e pessoas, a fabricação e venda de pneus no mundo foram crescendo vertiginosamente, uma vez que o novo processo incorporou qualidades e propriedades mais atrativas à borracha tais como – resistência à abrasão, elasticidade, durabilidade, entre outras (RAMOS, 2005, p. 38).

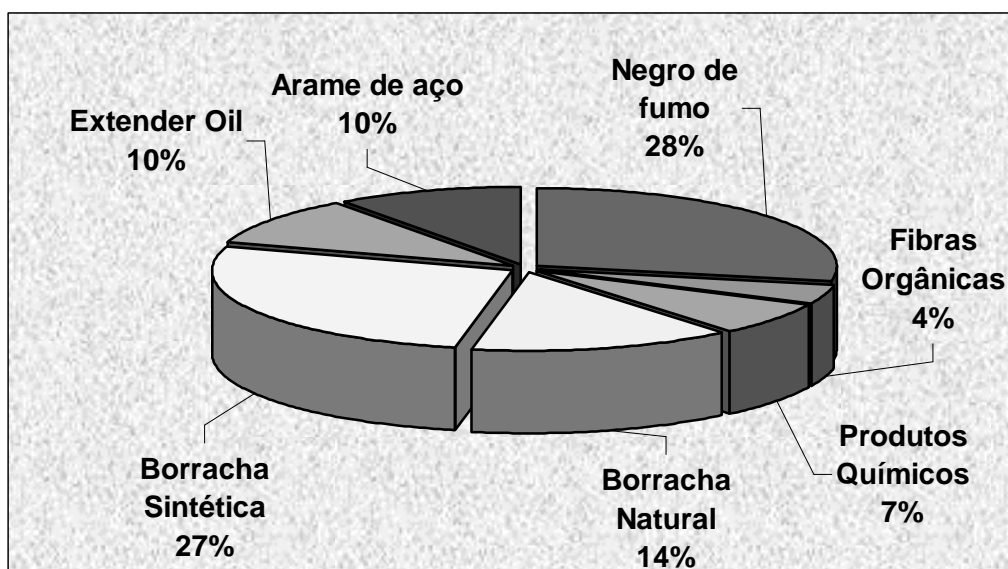
Atualmente além da borracha sintética, os pneus têm vários componentes, por ser um produto que tem como objetivo um longo tempo de vida útil, pois são “projetados e fabricados para durar em situações físicas, químicas e térmicas extremas, [...] apresenta uma estrutura complexa, com o objetivo de atribuir-lhes as características

necessárias ao seu desempenho e segurança, confeccionado para serem indestrutíveis” (KAMIMURA, 2002, p. 9).

Um pneu é composto com diferentes materiais tais como: estrutura em aço, náilon, fibra de aramide, rayon, fibra de vidro/poliéster; borracha natural e sintética, além de diversos tipos de polímeros; reforçados químicos como carbono preto, sílica e resinas; antidegradantes (ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão (sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e produtos auxiliares (PIRELLI BRASIL, 2007).

Eles ainda podem ser classificados de acordo com sua carcaça em dois grupos: radiais e convencionais (ou diagonais). Grandes partes dos pneus utilizados em carros e caminhões são os radiais porque “aliado aos reforços estruturais e novos desenhos da banda de rodagem oferecem maior resistência, durabilidade, aderência e estabilidade que os convencionais”. Em função disso, mesmo com um custo superior ao tradicional, os pneus radiais representam 97% da produção mundial de pneus de passeio, e 45% de participação na produção de pneus de caminhões e ônibus. (BNDES, 1998, p. 3).

Segundo dados da pesquisa publicada pelo BNDES, os percentuais de materiais utilizados na composição de um pneu são apresentados abaixo:



**Gráfico 1 – Composição de pneus radiais para automóveis**

Fonte: (BNDES, 1998).

No gráfico 1 estão apresentadas as matérias-primas utilizadas para fabricação de um pneu radial, percebe-se a grande quantidade de materiais misturados neste processo, mas a borracha predomina com mais de 40% de participação, um pneu de passeio pesa em média 9,2 kg. Outro dado interessante nesta pesquisa feita pelo BNDES, é que dos 15 milhões de toneladas de borracha (natural e sintética) consumidas anualmente no mundo, em torno de 9 milhões se destinam à fabricação de pneumáticos.

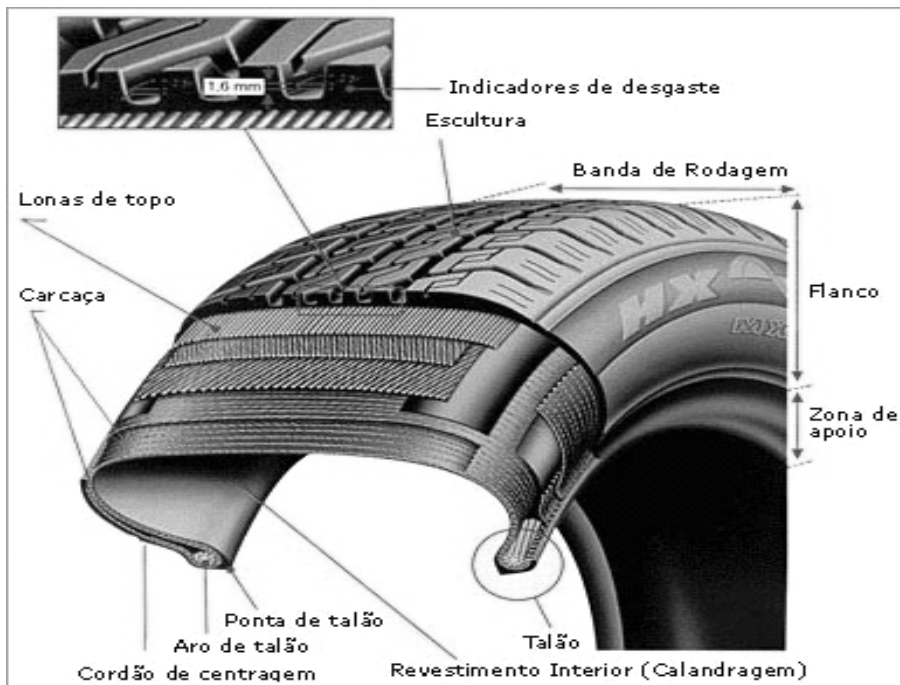
No caso do Brasil, do total da borracha consumida, mais de 50% destina-se a fabricação de pneus, em 1996, o consumo total foi de aproximadamente 465 mil toneladas de borracha, sendo que deste total 25% era natural e 75% sintética. Outro dado importante, é que as principais borrachas utilizadas no processo são Borracha Natural (NR), Borracha de Estireno-Butadieno (SBR) e Borracha Polibutadieno (BR) (BNDES, 1998).

Ainda conforme o gráfico acima convém se observar à participação considerável de 28% do componente – negro de fumo. Ele é incorporado à borracha para aumentar a resistência mecânica dos pneus, e é considerado o grande problema para a indústria de pneus, uma vez que dificulta imensamente a reciclagem dos pneus usados, e está presente em percentuais semelhantes tanto em pneus de automóveis como os de caminhão.

Por sua vez a borracha tem maior participação nos pneus automotivos 48% contra os 45% dos pneus de caminhão, no caso do aço sua proporção fica em 15% nos automóveis, contra 25% em caminhões; outro dado interessante é que no pneu automotivo encontra-se (5%) de material têxtil, no pneu de caminhão não temos a incorporação deste material (BRESSI *apud* KAMIMURA, 2002. p.12).

A quantidade de produtos incorporados na confecção de um pneu acontece em função de sua estrutura, uma vez que este artefato é composto por várias partes: banda de rodagem, cintas de aço, talão, carcaça de lona, parede lateral ou flanco.

Na figura 1, conforme o corte feito no pneu, pode-se notar mais precisamente todas as partes que compõem um pneu radial de veículo de passeio.



**Figura 1 – Estrutura de um pneu radial (veículo passeio)**

Fonte: ([www.informenews.com/Auto/auto\\_pneus\\_arquivos/pneus%205.jpg](http://www.informenews.com/Auto/auto_pneus_arquivos/pneus%205.jpg))

- a) **Banda de rodagem:** é parte externa do pneu, é ela que faz o contato com o solo, por isso sua formação é feita por um composto de borracha que oferece grande resistência ao desgaste, além disso, seus desenhos são projetados cuidadosamente para proporcionar uma boa tração, estabilidade e segurança ao veículo;
- b) **Cintas de aço:** têm a função de estabilizar a carcaça dos pneus radiais;
- c) **Talão:** constituído por vários arames de aço de alta resistência unidos e recobertos por borracha, possuindo o formato de um anel e tem a função de manter o pneu acoplado ao aro sem permitir o vazamento do ar;
- d) **Carcaça de lona:** é a estrutura interna do pneu, responsável pela retenção do ar sob pressão e com função de suportar o peso do veículo, é constituída por lonas de poliéster, náilon ou aço, disposta na diagonal ou radial;
- e) **Parede lateral ou flanco:** composto por borrachas de alto grau de flexibilidade, sua função é proteger a carcaça.

Vale lembrar que também existem pneus sem a câmara de ar, os que não possuem esta câmara, na camada interna da carcaça há uma borracha chamada *liner* que garante a retenção do ar. Estes pneus oferecem um fator extra à questão da segurança, pois caso sejam perfurados, o ar sairá de seu interior lentamente; além disso “há o fato de apresentarem montagem e desmontagem mais rápida que os pneus que apresentar câmara de ar” (RAMOS, 2005, p. 41).

Nota-se o grande desafio ambiental que se tem em mãos no que tange a questão do descarte final dos pneus pelo alto grau de complexidade da composição dos mesmos, uma vez que diariamente são fabricados e ao mesmo tempo descartados milhões de pneus no mundo, além disso, um pneu descartado na natureza leva em torno de 600 anos para decompor. ([www.anip.com.br](http://www.anip.com.br))

### **3.2 Produção mundial de pneus**

O pneu tornou-se um artefato imprescindível e fundamental na sociedade moderna, por agilizar, dar comodidade e segurança no transporte de cargas e passageiros, por isso nas últimas décadas a demanda mundial vem crescendo vertiginosamente.

A demanda mundial por pneus deriva do mercado de reposição e o mercado das montadoras. A frota mundial de veículos forma o mercado de reposição devido à necessidade de troca de pneus em função do desgaste<sup>3</sup> com o passar do tempo, no caso o mercado das montadoras acontece em função de cada novo veículo de passeio demandar cinco novos pneus.

Para os pneus de passeio, a demanda é de 60% para reposição e 40% para veículos novos, enquanto no caso de pneus para ônibus e caminhões esta relação é da ordem de 85% reposição e 15% veículos novos. É desta forma que se estima a produção anual dos pneumáticos.

---

<sup>3</sup> Os pneus de veículos de passeio duram cerca de 50 mil km. Os fabricantes não recomendam a recauchutagem. Os pneus de caminhões e ônibus rodam mais de 100 mil km, sendo possível fazer, em geral, pelo menos 3 recauchutagens (BNDES, 1998, p. 9).

A tabela abaixo apresenta a evolução no número de pneus fabricados mundialmente na última década.

**Tabela 1 - Vendas Mundiais de Pneus para Carros de Passeio  
(1992-2005)**

<b>Ano</b>	<b>Unidades Vendidas (em milhões)</b>	<b>Crescimento (%)</b>
<b>1992</b>	647,0	
<b>1993</b>	660,7	2,1%
<b>1994</b>	685,8	3,8%
<b>1995</b>	713,9	4,1%
<b>1996</b>	731,1	2,4%
<b>1997*</b>	745,9	2,0%
<b>1998*</b>	761,3	2,1%
<b>1999*</b>	773,8	1,6%
<b>2000*</b>	789,7	2,1%
<b>2002*</b>	817,8*	3,6%
<b>2005*</b>	859,9	5,1%

\*projeção

**Fonte:** (Economist Intelligence Unit (EIU) *apud* BNDES, 1998).

Segundo dados desta pesquisa, do total de pneus produzidos 35% foram consumidos pelo mercado norte-americano, 26% pela Europa Ocidental e outros 25% pela Ásia. Outro ponto que se deve destacar, é que aproximadamente 70% da produção se concentram nas mãos das três maiores fabricantes de pneus do mundo – Bridgestone, Michelin e Goodyear. Segundo Goldenstein (2007, p. 109), “nos últimos dez anos, Bridgestone e Michelin lideram as vendas do setor, enquanto a Goodyear ocupa o terceiro lugar em participação no mercado”.

Ainda segundo o autor, “o mercado de pneus experimentou vigoroso crescimento nas últimas duas décadas. O faturamento bruto das indústrias do setor praticamente triplicou ao longo desse tempo”, em 1985 elas faturaram algo em torno de US\$35 bilhões, e em 2004 este faturamento esteve na casa de US\$92 bilhões.

Nas últimas décadas, vários processos de fusões e aquisições foram se instalando nestas empresas, em 1981 havia 11 grandes empresas de pneus no mundo, já em 2005 o mercado mundial concentrava-se em 5 destas, conforme quadro abaixo:

1981	2005
Goodyear Dunlop	Goodyear
Firestone Bridgestone	Bridgestone
Michelin BF Goodrich Uniroyal	Michelin
Pirelli Armstrong	Pirelli
Continental General	Continental

**Quadro 1 - Processos de Fusões e Aquisições das Empresas**

Fonte: (Michelin- Fact Book 2005. *Apud* Goldenstein, 2007, p. 110).

Entre as fabricantes listadas para o ano de 2005, conforme quadro 1 a Bridgestone vem apresentando sistematicamente faturamento superior ao da Michelin, que em 2005 teve seu segundo lugar ameaçado pela Goodyear. Mas é importante dizer que quase 100% das receitas da Michelin são oriundas da venda de pneus, enquanto que estas receitas na Bridgestone são em torno de 80%, contra 90% da Goodyear (GOLDENSTEIN, 2007, p. 110).

Do total demandado em 1996, (950 milhões de unidades), 73% formaram o mercado de reposição e 27% abasteceram os veículos novos. Em nível mundial houve um crescimento no mercado de reposição na última década. Fato que pode ser explicado pela menor produção mundial de veículos, com isso a média de idade da frota mundial aumenta, fazendo crescer a demanda no mercado de reposição. Outro fato relevante, é que cerca de 90% das vendas globais concentram-se no mercado de pneus destinados a veículos de passeio e comerciais leves (63%) e caminhões (25%) (BNDES, 1998).

O mercado de vendas de pneus para as montadoras é expressivo, no entanto é o segmento de reposição que absorve a maior parcela da produção mundial, em 2005 dos 1.047 milhões de pneus destinados aos veículos de passeio e comerciais leves



71% foram vendidos através deste segmento. Assim como dos 156 milhões de pneus destinados a caminhões, 84% deles foram vendidos para o segmento de reposição (GOLDENSTEIN, 2007, p. 112).

Segundo o autor, este fato ocorre porque é neste segmento que as empresas conseguem maior margem de lucro sobre os preços de vendas, além de estarem menos sujeitas as oscilações de caráter conjuntural, apresentando uma tendência mais estável em longo prazo.

Por sua vez, o mercado das montadoras é alimentado pela parceria entre fabricantes e montadoras no desenvolvimento de novas tecnologias, “é estratégico para as empresas fabricantes manter estreito laço de relacionamento com as montadoras, na medida em que o desenvolvimento de novos modelos de pneus e novas tecnologias é impulsionado pela crescente demanda pelo aumento de desempenho exigido por estas, além da fidelização do cliente uma vez que “uma parcela de consumidores, ao efetuar a troca de pneus, prefere utilizar a marca do pneu equipado originalmente no veículo”.

Na tabela abaixo, veremos como se comportam as vendas nestes dois segmentos de mercado, nas diversas regiões geográficas relacionadas:

**Tabela 2 - Mercado de Pneus de Passeio e Comerciais Leves,  
por Região Geográfica – Ano 2005**  
( Em milhões de pneus)

Região Geográfica	Montadora		Reposição		Total	
	Unidade	%	Unidade	%	Unidade	%
América do Norte	79	23	268	77	347	33
Europa	93	28	244	72	337	32
Ásia	103	42	142	58	245	23
América do Sul	12	24	39	76	51	5
Oriente Médio, África e Turquia	16	24	51	76	67	6
<b>Total</b>	303	29	744	71	1.047	100

**Fonte:** (Michelin-Fact Book *apud* GOLDENSTEIN, 2007, p. 112)

Conforme tabela 2, em 2005 as vendas ultrapassaram mais de 1 bilhão de unidades vendidas de pneus, como se pode observar o mercado concentra-se nas

regiões da Ásia, Europa e América do Norte, que somadas representam 88% das vendas, sendo que África e Oriente Médio concentram apenas 6%, e a América do Sul detém apenas 5% das vendas. Outro fato também conforme já citado anteriormente, é que o mercado de reposição em todas as regiões é que consome a maior parte dos pneus produzidos no mundo.

No próximo serão apresentados dados do mercado de pneus no Brasil, e das empresas que lideram no mercado brasileiro.

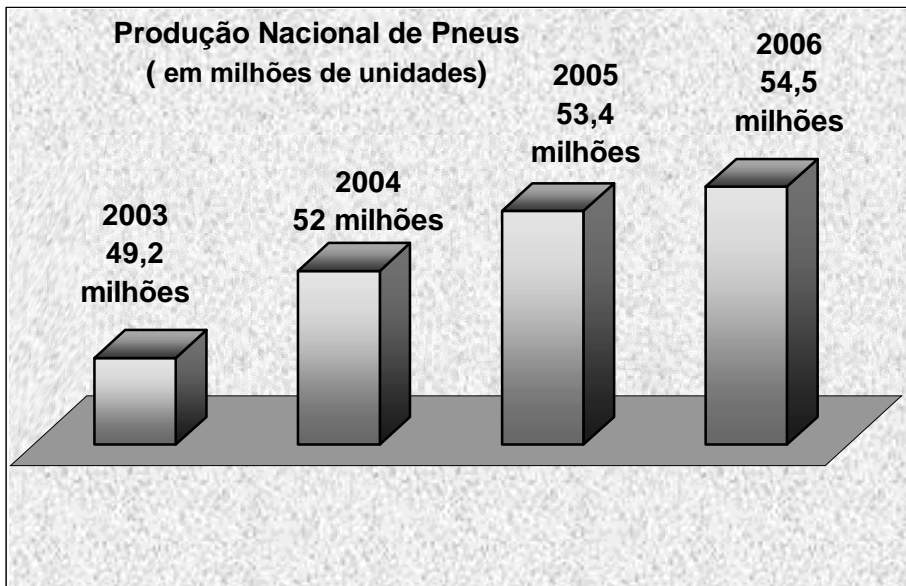
### **3.3 Produção de Pneus no Brasil**

A produção de pneus no Brasil está concentrada em 12 fábricas de cinco grandes empresas – Goodyear (2), Pirelli (5), Bridgestone Firestone (2), Michelin (2) e Continental (1). As vendas feitas por estas empresas no mercado brasileiro destinam-se a três segmentos do mercado: reposição, montadoras e exportação, sendo que 26% das vendas são feitas para o mercado das montadoras e 42% para o mercado de reposição composto pelas lojas revendedoras de pneus. Por sua vez, as exportações representam 32% das vendas, e são realizadas principalmente para os Estados Unidos, França, Argentina e México (GOLDENSTEIN, 2007, p. 109).

Segundo dados da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), desde 1998 a indústria nacional de pneus vem apresentando crescimento na sua produção. Em 1998, foram produzidos praticamente 38 milhões de pneus, sendo que este número em 2001 alcançou aproximadamente 49 milhões de unidades. Destes 49 milhões, 62% destinaram-se as categorias pneus carro de passeio, 11,5% pneus para caminhões e ônibus, 9,5% para comerciais leves, e os demais para veículos industriais e agrícolas, tratores, motonetas e motocicletas (KAMIKURA, 2002, p. 72).

Esta evolução vem se mantendo, tanto a produção quanto as vendas vêm crescendo ao longo dos últimos anos. “Em 2005 foram produzidos cerca de 53 milhões de pneus, com volume de vendas internas de cerca de 38 milhões de unidades, incluídas importações diretas, e exportações da ordem de 18 milhões unidades” (GOLDENSTEIN, 2007, p. 109).

No gráfico abaixo, pode ser verificado como vem se comportando a produção nacional de pneus desde 2003:



**Gráfico 2 - Produção Nacional de Pneus (em milhões de unidades)**

Fonte: (ANIP *apud* Goldenstein, 2007, p. 114).

Dos pneus novos produzidos no Brasil, as vendas para o segmento de reposição apresentaram o maior desempenho em todo o período apresentado; em segundo lugar vieram às vendas para exportação e por último as vendas para montadoras. O número destas vendas no período de 2003 a 2006 estão no quadro abaixo:

Ano	Volume de Produção (milhões de unidades)	Volume de Vendas (milhões de unidades)	Vendas para reposição (milhões de unidades)	Vendas para montadoras (milhões de unidades)	Exportações (milhões de unidades)
2003	49,2	51,8	22,6	11,5	17,7
2004	52,0	55,2	24,6	13,8	17,2
2005	53,4	56,6	23,9	14,5	18,2
2006	54,5	57,3	23,4	15,1	18,7

**Quadro 2 - Volume Produção/Vendas e Segmentação das Vendas de Pneus Novos  
Brasil – 2003 a 2006**

Fonte: (Dados da pesquisa *site* ANIP)

Segundo dados da pesquisa, a questão atual do câmbio vem frustrando o mercado de exportação, pois além da concorrência externa e interna com a crescente entrada no país de pneus importados da China e também de pneus remoldados

importados de diversos países, o segmento de reposição vem perdendo posição desde 2004.

Este novo fator de importar pneus remoldados vem gerando uma discussão ambiental intensa, pois estes pneus já vêm de outros países com um tempo de vida útil bastante reduzido, após isso eles inevitavelmente virarão inservíveis. A argumentação contra esta importação incide sobre o fato de que ao acatar esta medida se contribuiria para o aumento do lixo que seria depositado no Brasil.

Para regulamentar esta discussão, assim como a atividade das empresas que operam na fabricação e importação de pneus no Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA criou a Resolução 258/99, para tratar e normatizar este assunto, tópico que será visto a seguir.

### **3.3.1 Destinação final dos pneus inservíveis no Brasil – Resolução CONAMA 258/99 e 301/02**

Devido à problemática que tem sido para qualquer país a disposição final de resíduos sólidos, no caso em estudo os pneus inservíveis, as leis e normas que regulamentem atividades ligadas a este segmento auxiliam no processo de controle e gerenciamento deste assunto.

“[...] O descarte de pneus velhos chega a atingir, anualmente, a marca de quase 800 milhões de unidades. Só no Brasil são produzidos cerca de 40 milhões de pneus por ano e quase metade dessa produção é descartada nesse período” (AMBIENTE BRASIL, 2001).

Vários países, assim como o Brasil, estão implantando instrumentos que buscam viabilizar o gerenciamento de pneumáticos inservíveis, tendo como exemplo a Diretiva 91/157/CEE, da Comunidade Européia e das Normas Diretivas de Aterros na Irlanda, programas que buscam a redução na fonte com o propósito de recuperar esse produto, assim como a reutilização e reciclagem dos pneumáticos, quando transformado em inservível, por meio de adoção de alternativas tecnológicas existentes e em caráter experimental.

Em razão do grande problema e cuidado que esta situação requer, no Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei n. 6.938/81, em seu art. 8º delega competência ao Conselho Nacional do Meio Ambiente como órgão legislador brasileiro para este assunto, sendo este responsável também pela edição de atos jurídicos e normativos, com força de lei; decidir recursos administrativos em última instância; exigir estudos/documentos que complementem deferimento de licenças ambientais na realização do Estudo de Impacto Ambiental – EIA; além disso, atribuir competência ao IBAMA para licenciamento, fiscalização e controle ambiental (MACHADO *apud* CIMINO, ZANTA, 2005, p. 301).

Sendo de responsabilidade do CONAMA a edição de normas, a respeito da questão dos pneumáticos inservíveis, em 26 de agosto de 1999 foi publicada a RESOLUÇÃO CONAMA 258/99 que trata deste assunto, sendo complementada pela RESOLUÇÃO CONAMA 301/02, tratando da destinação final deste resíduo sólido, as duas resoluções foram regulamentadas pela Instrução Normativa nº 8/02 do IBAMA.

A instrução normativa nº08/02 do IBAMA institui os procedimentos que devem ser adotados pelos responsáveis para o cumprimento da Resolução CONAMA 258/99, trata de questões quanto ao cadastramento, processadores, destinadores e destinação final ambientalmente correta; e, determina as respectivas equivalências em peso de pneus para bicicletas e veículos automotores (BRASIL, 2002).

A primeira questão que a Resolução 258/99 trata é da responsabilidade das empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos sobre a coleta e destinação final adequada dos pneus inservíveis existentes no território nacional. Esta norma foi elaborada pelo CONAMA com a intenção de diminuir o passivo ambiental criado pelos depósitos clandestinos e formas inadequadas de destinação final dos pneus descartados.

Conforme lembra Cimino e Zanta (2005, p. 300) “face aos impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado de pneus, há que se buscar o seu gerenciamento ambientalmente adequado, desde o acondicionamento até a destinação final”, além disso deve-se buscar alternativas que visem o uso de novas tecnologias de reutilização na sua forma inteira, e de reciclagem das partes que compõem o pneu inservível.

Diante desta nova necessidade de administração da coleta e destinação final deste rejeito de borracha - o pneu inservível, o CONAMA teve a preocupação de esclarecer e classificar os pneus pelo seu estado de uso, sendo assim as Resoluções 258/99 e 301/02 faz a seguinte classificação:

I – **pneu ou pneumático:** todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem de veículos;

II – **pneu ou pneumático novo:** aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum – TEC;

III – **pneu ou pneumático reformado:** todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua Vida útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeitos de importações, no código 4012.10 da TEC;

IV – **pneu ou pneumático inservível:** aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional.

A partir da vigência da Resolução 258/99 em janeiro de 2002, este órgão federal impôs às empresas adoção de novas medidas no tratamento final do pneu inservível no tocante a coleta e destinação, dando as mesmas, tempo para cumprirem de forma gradual as novas determinações que têm força de lei. Sendo assim, estipulou metas a partir do ano de 2002, que seriam revistas pelo IBAMA no ano de 2005. Estas metas estão apresentadas conforme o quadro abaixo:

Prazos a partir de	Pneus Novos		Pneus Inservíveis
	Nacionais	Importados	
<b>Janeiro/2002</b>	4 unidades	4 unidades*	1 unidade
<b>Janeiro/2003</b>	2 unidades	2 unidades*	1 unidade
<b>Janeiro/2004</b>	1 unidade	1 unidade	1 unidade
<b>Janeiro/2005</b>	4 unidades	4 unidades	5 unidades

\*Quantidades válidas para pneus novos ou reformados

**Quadro 3 - Prazos e quantidades proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis**

Fonte: (CIMINO, ZANTA, 2005, p. 301)

O que se percebe com as metas estipuladas acima, que somente com a entrada em vigor das resoluções do CONAMA é que diversas ações foram sendo tomadas a respeito de uma solução quanto ao problema do descarte final do pneu inservível, nota-se também a grande responsabilidade que o governo passou a cobrar das empresas nesta questão ambiental.

Outra questão abordada pelo CONAMA, em suas resoluções, é a preocupação relacionada ao fato da entrada crescente no Brasil de pneus reformados vindos de outros países, sendo assim, foram estipuladas metas aos importadores deste tipo de produto, determinando as seguintes exigências:

<b>Prazos a partir de</b>	<b>Pneus Reformados Importados</b>	<b>Pneus Inservíveis</b>
<b>Janeiro/2004</b>	4 unidades	5 unidades
<b>Janeiro/2005</b>	3 unidades	4 unidades

**Quadro 4 - Prazos e quantidade proporcionais para coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis em relação a pneus reformados importados**

Fonte: (CIMINO, ZANTA, 2005, p. 301)

Com estas medidas, o governo brasileiro não apenas delegou obrigações aos fabricantes e importadores, mas também criou instrumentos para acompanhamento pelo IBAMA das práticas adotadas pelas empresas no que tange esta questão.

No entanto, em Janeiro de 2002, com o início da vigência das metas estabelecidas para coleta/destinação final proporcionais às quantidades produzidas e/ou importadas, incluindo aquelas que acompanhavam os veículos importados, surgiu um impasse no tocante a esta meta e a definida para o ano 2003, uma vez que a resolução não descrevia claramente em quais condições deveriam estar o estado do pneu importado. Com isso, abriu-se precedente para as importadoras, “que fizeram uso de liminares e mandados de segurança, sob a alegação de que tanto quem fabricava, quanto quem importava pneus novos, usados ou reformados, estaria dentro da lei”. (BRESSAN *apud* CIMINO, 2004, p. 27).

Esta brecha na Resolução 258/99 possibilitou o ingresso de pneus importados - tanto novos reformados ou usados. Mas, com a publicação da Resolução 301/02 de 21/03/2002, houve alterações nos dispositivos da resolução anterior, reafirmando a obrigatoriedade da destinação final adequada de pneus novos ou reformado importados, e estende a co-responsabilidade a reformadores e carcaceiros, “com a intenção de manter a proibição de importação de pneumáticos usados, em conformidade com as Resoluções CONAMA 23/96 e 235/98”. É importante destacar, que a importação de pneus novos ou usados ocorreu até a entrada em vigor a partir de 1º de janeiro de 2004 da Resolução 301/02 (CIMINO, 2004, p. 28).

É interessante destacar que a partir destas resoluções, ações institucionais foram sendo criadas pelas empresas em parceria com as associações de pneumáticos em âmbito nacional - a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), aliada a Associação Brasileira dos Fabricantes, Distribuidores e Importadores de pneus de bicicletas, peças e acessórios (ABRIDIPI), pelos fabricantes, e a Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados (ABIP), representante dos importadores, houve um maior engajamento entre os responsáveis diretos e estas entidades representativas (CIMINO, ZANTA, 2005).

Entre as demais questões abordadas na Resolução 258/99, o CONAMA afirma que tanto as empresas importadoras (de novos ou remoldados), como as fabricantes (pneus novos), deverão prestar contas ao IBAMA quanto à destinação final dos pneus inservíveis, pois conforme seu artigo 9º fica terminantemente proibido o descarte desse resíduo sólido nos aterros sanitários; no mar; em terrenos baldios ou alagadiços; margens de vias públicas; em cursos d’ água e em praias; ou ainda a queima a céu aberto.

A queima a céu aberto de pneus contamina o ar com uma fumaça altamente tóxica composta de carbono, dióxido de enxofre e outros poluentes atmosféricos, e polui o solo por liberar em torno de dez litros de óleo que se infiltra e contamina o lençol freático da região; não deve ser enterrado, pois eles absorvem gases liberados na decomposição de outros resíduos e devido sua baixa compressibilidade podem inchar e estourar a cobertura dos aterros; além disso, se forem abandonados ou estocados em depósitos inadequados servem de local para procriação de mosquitos e pequenos



roedores responsáveis pela transmissão de diversas doenças (CIMINO, ZANTA, 2005, p. 300).

Para evitar os tipos de problemas previstos acima, a Resolução 258/99, prevê que as empresas deverão criar pontos de coleta, locais para processamento dos pneus inservíveis, e formas adequadas de armazenagem, tudo isso deverá estar de acordo com a legislação ambiental vigente no país.

A partir destas novas diretrizes em relação à questão da gestão dos resíduos pneumáticos inservíveis, ações institucionais foram adotadas pela entidade representativa desta indústria a ANIP (representante de 14 empresas do setor), desenvolvendo ações estratégicas no que se refere à questão da coleta e tratamento dos pneus inservíveis.

A ANIP implantou através de convênio uma estrutura composta por mais de 4.000 postos de coleta, junto às revendas de pneus no território nacional; 77 ecopontos em 75 municípios brasileiros; 1 ponto de coleta em São Sebastião (SP); e, centros de recolhimento e trituração de pneus inservíveis na cidade de Jundiaí/SP e João Pessoa/PB em parceria com Cimentos Portugueses – CIMPOR, e a ABRIDIPI, e em Sorocaba em parceria com a empresa BORCOL (LUSTWERK; FAPEMIG; RIOS *apud* CIMINO, 2005, p. 302).

Com a vigência das Resoluções do CONAMA 258/99 e 301/02, pode-se perceber uma crescente preocupação por parte dos governos estaduais e municipais na criação de leis fortalecendo a solução da questão dos pneumáticos inservíveis em suas regiões.

São exemplos destas atuações os decretos criados nos seguintes estados: Decreto n.6.215/2002/SC – regulamentando a lei n.12.375/02; Decreto n.23.941/2002/PE – regulamentando a lei n.12.008/01; Resolução SMA/SS e Lei n.13.316 – município de SP e Decreto n.6.215/2002/SP; Projeto Lei n.46/13L/2002 – Novo Hamburgo (RS). No tópico a seguir será apresentada a legislação catarinense a respeito deste assunto.

### **3.3.2 Destinação final dos pneus inservíveis em Santa Catarina – Lei N. 12.375/02 e Decreto Lei 6.215/2002/SC**

Em decorrência da legislação federal que trata do assunto de pneumáticos inservíveis, o governo catarinense preocupou-se em criar lei específica sobre o assunto, de forma a dar condições aos empresários catarinenses o cumprimento das determinações contidas nas resoluções do CONAMA.

Sendo assim, a Lei n. 12.375, de 16 de julho de 2002, que dispõe sobre coleta, recolhimento e destino final de pneus descartáveis, adota outras providências a respeito deste assunto, foi regulamentada em Santa Catarina pelo Decreto Lei n. 6.215 de 27 de dezembro de 2002.

No tocante a situação relacionada aos revendedores de pneus instalados no estado, o decreto lei os obriga a:

- a)** Acolherem a devolução feita pelos usuários as espécies de pneus cujas características sejam similares às comercializadas por estes estabelecimentos;
- b)** A obrigatoriedade dos revendedores devolverem aos fabricantes ou importadores de pneus as quantidades arrecadadas para a destinação final adequada, ou entrega-las nas centrais de coleta criadas por estas empresas, desde que licenciadas pelo órgão ambiental competente;

Por sua vez, fabricantes, importadores e revendedores ficam também obrigados:

- a)** No ato da venda, distribuir ao consumidor material informativo sobre procedimentos a serem adotados aos pneus por ocasião da substituição dos mesmos, além de esclarecimentos sobre impactos ambientais decorrentes da disposição final inadequada;
- b)** Manter depósito licenciado pela vigilância sanitária estadual ou municipal, para armazenagem temporária dos pneus inservíveis coletados, até que ocorra a destinação final adequada, estando obrigado a indicar a capacidade de armazenamento do depósito e o tempo previsto desta estocagem;

- c)** Se adequarem as obrigatiedades contidas neste decreto lei.

Além dessas determinantes, o decreto Lei n.6.215/02, nomeia a Fundação do Meio Ambiente (FATMA), como órgão estadual licenciador e fiscalizador, atribuindo a FATMA as seguintes competências:

- a)** Manutenção de cadastro dos depósitos de armazenamento temporário que existem em Santa Catarina, contendo sua capacidade e localização;
- b)** Realizar convênios de cooperação com órgãos ou entidades ambientais municipais, agentes capacitados e conselhos de meio ambiente, devidamente constituídos, visando o licenciamento de atividades previstas por este Decreto;
- c)** Estabelecer outras exigências dentro do âmbito de sua competência, além daquelas previstas neste decreto, primando pela garantia de não ocorrer no futuro problemas de saúde pública;
- d)** Emitir prévio e específico licenciamento para qualquer processo a ser utilizado para disposição final adequada, no Estado, bem como em relação a reutilização dos componentes originais de pneumáticos inservíveis, como insumos para outras finalidades;
- e)** Ser informada das gestões praticadas, para efeitos de cadastramento, pelos órgãos ou entidade ambiental, no prazo máximo de 15 dias após o licenciamento de qualquer atividade prevista neste decreto, sob pena de suspensão do convênio celebrado.

Além disso, este decreto reafirma a proibição já explicitada na Resolução CONAMA 258/99, quanto à disposição final dos pneus inservíveis em aterros sanitários, mar, rios ou riachos, terrenos alagadiços ou baldios, bem como a queima a céu aberto.

Nota-se que o decreto lei catarinense, segue as direções dadas pelas resoluções do CONAMA 258/99 e 301/02, no que tange a questão do recolhimento e disposição final dos pneumáticos inservíveis em Santa Catarina, determinando ainda que a

responsabilidade da fiscalização deste assunto em nível regional fica a cargo da FATMA.

A questão do recolhimento, armazenamento e reciclagem dos pneus inservíveis geram grande preocupação nos estados brasileiros, uma vez que o processo envolve grandes gastos em função do transporte, armazenagem e outros procedimentos que envolvem a reciclagem deste resíduo. Sendo assim, várias alternativas são criadas para minimizar e reduzir estes resíduos em todo o país.

No capítulo IV serão abordadas as alternativas criadas no Brasil para diminuição do passivo ambiental gerado pelo número crescente dos pneus inservíveis, bem como as formas de reciclagem hoje promovidas por diversos estados, dando especial atenção à forma de controle, armazenagem e uso deste material em processos de reciclagem que possam existir em municípios da grande Florianópolis, demonstrando dados a respeito deste assunto.

## **CAPÍTULO IV**

### **RECICLAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Hoje, devido ao grande problema que se tornou à disposição final dos pneus inservíveis, algumas alternativas foram sendo criadas para que este resíduo possa ser utilizado como matéria prima para um novo produto, ou que o mesmo fosse utilizado em outras funções que não mais a do transporte. Sendo assim, várias tecnologias vêm sendo desenvolvidas para dar suporte a essas novas opções de uso dos pneus automotivos descartados.

No entanto, é importante salientar que o pneu que chegou ao fim de sua vida útil, ainda pode ser classificado como reformável ou não-reformável fator este ligado à questão da recapagem, recauchutagem ou remoldagem de pneus, e apenas aqueles classificados como não-reformáveis se tornam um produto para descarte final – o pneu inservível.

No tópico a seguir abordaremos o funcionamento dos processos de reformas de pneus, antes de apresentarmos questões relativas à reciclagem dos pneumáticos inservíveis.

#### **4.1 Pneus usados e o processo de reforma**

O processo de reforma de pneus auxilia no prolongamento do tempo de vida útil deste produto, e como este item é um dos mais caros para os proprietários de veículos, tem sido grande a procura por esta opção de serviço antes da troca definitiva do pneu.

Segundo Reinikka (*apud* Kamimura, 2002, p. 54), a prática da reforma de pneus colabora em muito para a minimização dos impactos associados à fase de descarte final do pneu automotivo; além disso, “o pneu reformado permite minimizar custos de manutenção de frotas de veículos devido ao menor custo desse pneu em comparação aos novos”, e também economia de matérias-primas obtidas através do petróleo e energia elétrica utilizadas na confecção de novos pneus.

No entanto, é importante frisar que nem todos os pneus podem passar pelo processo de reforma. Para que isso ocorra é necessário que a estrutura do pneu deva estar intacta para que ele cumpra sua função original quando for reutilizado, além disso, a questão da segurança não deve estar comprometida (ALMEIDA *apud* KAMIMURA, 2002, p. 55).

Os processos industriais existentes para a reforma de pneus são: recapagem, recauchutagem e remoldagem. Abaixo segue maiores detalhes sobre estes processos:

**Recapagem** – é a reconstrução de um pneu através da substituição de sua banda de rodagem. Paulo Moreira, presidente da Associação Brasileira dos Recauchutadores, Reformadores e Remoldadores, afirma que “o mercado brasileiro de recapagens de carga é de 7,5 milhões de unidades por ano contra 4 milhões de pneus novos”. Deste total, 75% dos pneus recapados são usados no transporte rodoviário de carga, 12% são pneus de movimentação de carga própria e os demais se referem aos pneus de transporte de passageiros.

Ainda segundo Moreira, o setor de recapagens proporciona ao Brasil uma economia de 180 milhões de dólares por ano, com base na seguinte comparação: “são necessários 90 litros de petróleo para fabricar um pneu novo e apenas 27 litros para recapar um pneu. Uma recapagem dobra a vida do pneu, [...] e dependendo da utilização, um pneu pode ser recapado mais de uma vez” (RECAUCHUTA BRASIL).

**Recauchutagem** – é a reconstrução do pneu através da substituição da banda de rodagem e dos ombros. Consiste na remoção da banda de rodagem desgastada da carcaça do pneu para que através de um novo processo de vulcanização se coloque uma nova banda de rodagem.

É importante frisar que o pneu para ser recauchutado deve apresentar requisitos tais como: ausência de cortes e deformações e que a banda de rodagem não esteja totalmente desgastada, que ainda apresente os sulcos responsáveis pela aderência do pneu ao solo. Além disso, ele poderá ser recauchutado no máximo cinco vezes, depois disso o pneu tem seu desempenho prejudicado (GERALDO *apud* KAMIMURA, 2002, p. 54).

A recauchutagem, assim como a recapagem, está diretamente relacionada ao mercado de pneus de transporte de cargas e passageiros. No Brasil, 70% da frota de

transporte de cargas e passageiros têm seus pneus recauchutados, este percentual relaciona-se ao fato de que o referido processo aumenta em aproximadamente 40% o tempo de vida útil do pneu, e seu custo é em média 70% menor que o preço de um pneu novo. No entanto a recauchutagem de pneus leves não apresenta as mesmas vantagens econômicas, o pneu de um automóvel reformado custa em média 60% do preço do pneu novo, não sendo recomendada à reforma mais de uma vez (RAMOS, 2005, p. 45).

Segundo Geraldo (*apud* Kamimura 2002, p. 54), este processo não se torna vantajoso para os proprietários de veículos leves, porque há nos grandes centros redes de lojas especializadas e supermercados que vendem pneus com pagamento parcelado, em contrapartida, o pneu reformado na maioria das vezes tem que ser pago a vista. A respeito deste assunto, Goldenstein (2007, p. 120), complementa afirmando que a entrada crescente de pneus novos importados da China, oferecidos ao consumidor com preços atrativos em função da questão do câmbio em nosso país impulsiona o consumidor para a compra de pneus novos ao invés da recauchutagem de pneus dos veículos leves.

Ainda a respeito da recauchutagem, outro dado interessante é que a recauchutagem de pneus no Brasil é considerada uma das mais desenvolvidas do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos em volume de produção e qualidade. No entanto, devido à má conservação das estradas brasileiras, metade das carcaças não atende os requisitos para reforma, e “estima-se que apenas um terço dos pneus produzidos anualmente para o mercado interno seja reformado, cerca de 10 milhões de pneus” (ALMEIDA, GERALDO, *apud* KAMIMURA, 2002, p. 54-56).

**Remoldagem** - é outro processo de reutilização dos pneus classificados como reformáveis, sendo reconstruído o pneu através da substituição da banda de rodagem e, dos ombros e de toda a superfície dos seus flancos, conforme está determinado na Resolução CONAMA 258/99 (KAMIMURA, 2002, p. 54).

A remoldagem é um processo que se assemelha à recauchutagem, a diferença se dá em função da remoção da banda de rodagem e das partes laterais dos pneus, sendo assim, todo pneu recebe uma nova camada de borracha e passa por um novo processo de vulcanização. “Os pneus remoldados pelo fato de utilizarem carcaças

usadas como matéria-prima, não são pneus novos, mas sim novos produtos feitos a partir de pneus usados”, as empresas remoldadoras dão garantia de 80 mil quilômetros rodados ou cinco anos sem defeitos de fabricação (AMBIENTE BRASIL, 2004).

A remoldagem tem gerado um grande debate entre as empresas do ramo (importadores), fabricantes de pneus instalados no Brasil, associações de defesa do meio ambiente e governo. “Esta prática tem causado grande polêmica e vem sendo travada uma verdadeira guerra que não se restringe a uma disputa de mercado (o lucrativo mercado de reposição), mas avança pelos campos jurídicos e político” (GOLDENSTEIN, 2007, p. 121).

No Brasil desde 1991 é proibida a importação de produtos usados, e com relação à importação de pneus usados está proibição está claramente definida na Resolução CONAMA 301/02, no entanto, as empresas remoldadoras vêm conseguindo importar os pneus usados de outros países através de liminares, sob a argumentação de que são pneus que tem uma carcaça em melhores condições para a remoldagem do que as nacionais (REVISTA JORNAUTO, ANIP).

A ANIP alerta que em 2005, foram importados 10 milhões e 500 mil pneus usados, vindos dos EUA e de diversos países da Europa e Ásia, só que deste total apenas 4 milhões foram utilizados para remoldagem, o restante foi comercializado como pneu meia vida, a preços abaixo do mercado.

Segundo Vilien José Soares, Diretor Geral da ANIP, isso se torna uma concorrência “desleal com o produto nacional, pois quando é remoldado o pneu recebe apenas 30% de borracha nova e fica com 70% da carcaça original”, o consumidor é confundido, enganado e seduzido por um artigo que custa 30% mais barato que os pneus novos fabricados no Brasil (REVISTA JORNAUTO, ANIP).

Por sua vez, “as remoldadoras argumentam que essa prática é benéfica para a economia do país, pois a importação e a posterior remoldagem desses pneus geram empregos e renda, além de beneficiarem o consumidor”, pois o pneu remoldado como visto anteriormente tem um preço bem menor que o pneu novo (GOLDENSTEIN, 2007, p. 121).

A respeito da discussão de importação de pneus usados de outros países tramita na Organização Mundial do Comércio (OMC) reivindicação de exportadores querendo



derrubar as argumentações e restrições impostas pelo governo brasileiro para a entrada deste produto no país. O governo brasileiro conseguiu vitória sobre esta questão, porque a OMC entendeu “que o Brasil deu sinais claros que pretende reduzir acúmulos de resíduos de pneus. Por isso, o governo brasileiro precisa eliminar a importação de pneus garantida por liminares judiciais”. Em 2005 foram importados da Europa 10,5 milhões e em 2006 7,6 milhões (DANTAS, 2007, p. B5); (A GUERRA DO PNEU USADO, 2007).

Segundo o parecer da OMC, o país precisa ser mais atuante sobre a emissão de tais liminares, ou até mesmo criar lei restringindo esta entrada, pois caso isto não ocorra há o risco da importação ser aprovada pela OMC. Os argumentos da Europa para derrubar as restrições do Brasil basearam-se na entrada de pneus do Uruguai em 2003 quando o “Tribunal de Solução e Controvérsias do Mercosul obrigou o Brasil e a Argentina a admitirem a entrada de pneus recauchutados do Uruguai”, (em 2006, 100 mil pneus foram importados do Uruguai) (DANTAS, 2007, p. B5); (A GUERRA DO PNEU USADO, 2007).

Ainda com relação ao impasse a respeito da importação de pneus usados e seus reflexos sobre o passivo ambiental brasileiro, tramita no Congresso Nacional o Projeto de Lei do Senado (PLS) nº 216, de 2003, de autoria do senador Flávio Arns, que dispõe sobre as exigências de contrapartida ambiental pela colocação de pneus no mercado interno, sejam eles importados ou fabricados no Brasil.

Este projeto lei trata da liberação da importação destes pneus ou carcaças vindas de outros países, além de atribuir responsabilidades a estas empresas quanto à destinação final dos pneus inservíveis em território nacional. Em muitos trechos do referido projeto se podem confirmar fortes argumentações que embasam a liberação destas importações:

Cremos, todavia, que a importação de pneus remoldados, bem como a de carcaças de pneus usados a serem empregadas em remoldagem, devem ser mantidas, principalmente porque o país possui mecanismos de salvaguarda capazes de prevenir eventuais abusos com respeito ao volume dessas importações (PLS 216/2003)

[...] O argumento em favor da importação de matéria-prima ainda fica mais forte quando se avalia o fato de que nesse segmento, composto por mais de 1.600

pequenas e médias empresas, incluindo as fabricantes de borracha que abastecem este setor, estão abrigados mais de 40 mil empregos diretos e outros mais de 200 mil indiretos. (PLS 216/2003)

Como se pode notar, o grande debate a respeito deste assunto não deverá ter uma conclusão tão rápida, uma vez que este Projeto Lei tramita desde 2003, e até o presente momento sua discussão não foi concluída.

Conforme discutido acima, o processo de reforma de pneus contribui para prolongar a vida útil do pneu usado, no entanto não elimina o pneu inservível. A seguir partiremos para questões específicas sobre a reciclagem de pneus inservíveis e novas aplicações para este resíduo sejam elas na forma inteira do pneu ou aproveitamento de parte dos seus componentes.

#### **4.2 Alternativas de reciclagem do pneu inservível**

Quando nos defrontamos com o número de pneus inservíveis gerados anualmente em todo o mundo, percebemos a importância de se buscar novas alternativas para utilização deste material em outros processos de reaproveitamento e reciclagem.

Estima-se que anualmente no mundo o descarte de pneus velhos chega a atingir 800 milhões de unidades. “Nos países da Comunidade Européia são descartados 180 milhões de pneus, anualmente, e outros 150 milhões somente nos Estados Unidos da América”, estima-se que 3 bilhões de pneus estejam acumulados em áreas desérticas, com uma ameaça sempre iminente de incêndios devastadores (ANDRIETTA, 2002).

Na figura 2, pode-se notar a quantidade enorme de pneus estocados em depósitos nos EUA:



**Figura 2 – Depósito de Pneus Inservíveis nos EUA**  
Fonte: (<http://www.ces.clemson.edu/arts/didyou.html>).

No Brasil, conforme Sandroni e Pacheco (2005), o passivo ambiental gerado pelos pneus usados deve acumular aproximadamente 100 milhões de carcaças, 40% desta quantidade é gerada pelo estado de São Paulo. “As tecnologias mais comuns para dar destino aos pneus descartados são a recauchutagem, a regeneração, a reciclagem energética, a pirólise, a composição asfáltica, além de diversas formas de reutilização”.

Analisando os vários mercados consumidores para reutilização da borracha dos pneus inservíveis, apenas dois apresentam um número significativo na utilização deste resíduo: o energético e o de misturas asfálticas (cada tonelada de mistura utiliza de 2 a 6 pneus) (BERTOLLO, et al., 2000).

A reinserção da borracha do pneu como matéria-prima para novos produtos, seja na forma inteira (fornos de cimenteiras) ou triturado (granulado para misturas asfálticas) entre outras utilizações, depende de investimentos dos fabricantes em técnicas de manufatura; pesquisa de materiais; estudo sobre formas de reinserção deste resíduo na cadeia produtiva. “[...] Para o desenvolvimento e avanço destas tecnologias de reutilização e reciclagem de pneus, é necessário um esforço conjunto - empresas, governo e sociedade” (SANDRONI, PACHECO, 2005).

Por isso, a reciclagem de pneus é um tema bastante complexo, é um processo

que depende de novas tecnologias, meios de transporte e armazenagem com um grande custo financeiro para as empresas, além de requerer grande integração entre fabricantes, empresas de recauchutagem, consumidores de energia térmica, geração de energia elétrica (usinas termoeletricas), consumidores de artefatos de borracha e seus subprodutos (MARCHIORI *apud* KAMIMURA, 2002, p. 57).

A motivação para as empresas realizarem o processo de reciclagem dos pneus inservíveis, não depende apenas da escolha da tecnologia ideal para o processo, mas também de fatores relacionados ao - volume de pneus, proximidade de mercado, tipo de consumidores, investimento necessário, além de incentivos fiscais e financeiros (SANDRONI, PACHECO, 2005).

No tópico a seguir, estarão relacionados alguns processos que envolvem novas tecnologias que vêm se apresentando como novas alternativas de reciclagem visando a minimização do problema dos pneumáticos inservíveis.

#### **4.2.1 Desvulcanização ou regeneração da borracha de pneus**

“O processo de recuperação e regeneração dos pneus exige a separação da borracha vulcanizada de outros componentes (como metais e tecidos, por exemplo)”. O arame e a malha de aço são recuperados como sucata de ferro qualificada, o tecido de nylon é recuperado e utilizado como reforço em embalagens de papelão (BOLSA DE RECICLAGEM FIEP, 2001); (BONENTE, 2005).

No Brasil a empresa Midas Elastômeros de Itupeva (SP), do Grupo Vibrapar que atua nos segmentos de distribuição de derivados de petróleo, petroquímica, transporte, recicla 100% do pneu para transformá-lo em borracha regenerada, “a Midas adquiriu e aperfeiçoou o processo de reciclagem de pneus absolutamente inovador, mediante obtenção de custos bem inferiores aos existentes atualmente no País e no mundo, devido a sua produção”. Este processo foi pesquisado e estudado com afinco pelos engenheiros do grupo, “que desenvolveram uma tecnologia única, guardada hoje sob forte sigilo industrial” ([www.jorplast.com.br](http://www.jorplast.com.br)).

Além da tecnologia desenvolvida pela Midas, o Laboratório de Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais vem desenvolvendo um novo processo de desvulcanização “com um solvente mais acessível e de menor custo, para tornar o processo atual menos complexo e viável para menores escalas de produção” (RT SERVIÇO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2006).

Para entender melhor como ocorre à regeneração da borracha de pneus, abaixo estão relacionados às fases que envolvem este processo:

- 1º - O pneu é picado em pedaços;
- 2º - São colocados em um tanque com solvente para que inche a borracha e se torne quebradiça;
- 3º - Os pedaços de borracha são pressionados para que se desprendam da malha de aço e do tecido de nylon;
- 4º - Um sistema de eletroímãs separa a borracha, o aço e o nylon;
- 5º - A borracha então é moída e separada por um sistema de peneiras e bombas de alta pressão;
- 6º - Passam para um reator ou autoclave onde ocorre a desvulcanização da borracha, recuperando em torno de 75% de suas propriedades originais;
- 7º - Esta borracha vai para um tanque de secagem para recuperação do solvente que retorno ao processo (RT SERVIÇO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2006).

A desvulcanização ou regeneração da borracha modifica os resíduos, os tornando mais plásticos e prontos para receber um novo processo de vulcanização. Mesmo assim, eles não ficam com as mesmas propriedades da borracha crua, por isso são misturados na borracha na confecção de novos artefatos – tapetes, pisos industriais, quadras esportivas, sinalizadores de trânsito, rodízios para móveis, rodos domésticos, tiras para indústria de estofados, câmaras de ar, etc (BONENTE, 2005); (BOLSA DE RECICLAGEM FIEP, 2001).

#### 4.2.2 Borracha de pneus e pavimentação asfáltica

Nas obras de pavimentação, a borracha de pneus pode ser inserida nos materiais asfálticos através de dois processos: úmido (*wet process*) e seco (*dry process*) (KAMIMURA, 2002, p.16).

- a) **Processo Úmido:** “são adicionadas partículas finas de borracha ao cimento asfáltico, produzindo um novo tipo de ligante denominado asfalto-borracha” (BERTOLLO, 2000). A borracha moída representa de 5 a 25% do peso total do ligante, e é incorporada ao ligante asfáltico antes de se adicionar o agregado asfalto-borracha. (KAMIMURA, 2000);
- b) **Processo Seco:** “partículas maiores de borracha substituem parte dos agregados pétreos. Após a adição do ligante, formam um produto denominado “concreto asfáltico modificado com adição de borracha” (BERTOLLO, 2000). A borracha moída represente cerca de 1% a 3% do peso total da mistura, é incorporada ao agregado-borracha, antes de se adicionar o ligante asfáltico (em substituição a uma pequena parte dos agregados finos) (KAMIMURA, 2000).

Segundo Salini (2000, p. 11), “o principal fator que motiva a incorporação de polímeros no asfalto é a tentativa de aumentar a vida de serviço do pavimento”, fazendo com que diminua a susceptibilidade do asfalto às variações térmicas, os riscos de deformações e falhas por fadiga. “Também devem melhorar as características elásticas do pavimento contribuir para uma maior adesão entre o cimento asfáltico e o agregado, aumentar a resistência ao envelhecimento do asfalto”.

No Brasil, apenas a partir de 1995 se iniciou a incorporação do processo do asfalto borracha, e o Grupo Greca Asfaltos, possui três fábricas que estão estrategicamente localizadas: em Araucária no Paraná, em Guarulhos São Paulo, e em Esteio – Rio Grande do Sul, para produzir e atender o consumo de asfalto borracha – ou asfalto ecológico, denominado por esta empresa de ECOFLEX. “O asfalto ecológico

tem um custo maior quando comparado com o asfalto convencional, ‘mas este custo a mais é plenamente justificável perante o seu benefício’ (MORILHA, GRECA, 2003).

Esta incorporação das partículas finas de borracha ao cimento asfáltico, através do processo seco, também vem sendo pesquisada pelo Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, onde várias pesquisas e estudos de avaliação são efetuados (BERTOLLO, 2000).

Em função das pesquisas serem recentes, ainda não há resultados que possam concluir “sobre o desempenho dos pavimentos que contêm borracha de pneu triturada. A tecnologia de ensaios, projetos e avaliação de ligantes e misturas modificadas com adição de borracha não é totalmente compreendida”. Ainda não há projetos que façam considerações definindo o: “tipo e teor do asfalto, tipo de borracha, granulometria da borracha, temperaturas da mistura e compactação, entre outros” (BERTOLLO, 2000, p. 5).

O asfalto borracha é uma alternativa a mais na reciclagem dos pneus inservíveis, no entanto devido ao custo, a falta de pesquisa conclusiva a respeito da durabilidade e benefícios da incorporação desta mistura ao asfalto tradicional, levará mais algum tempo para se tornar um processo utilizado em larga escala no Brasil.

#### **4.2.3 O pneu como fonte de energia (co– processamento)**

A prática do uso do pneu como fonte de energia vem sendo utilizada desde 1975, tem sua origem na *Dickerhoff Cement*, em Frankfurt – Alemanha, é conhecida como TDF – *Tire Derived Fuel*. Nos EUA, o TDF é o maior mercado para os pneus inservíveis, consumindo em torno de 115 milhões de pneus por ano. A utilização do pneu em sua forma inteira é muito melhor, pois há a economia de energia que seria necessária para sua trituração (KAMIMURA, 2002, p. 65).

Segundo Sugimoto (2004), “um bom destino final, são os fornos (*clinkers*) das fábricas de cimento, que já estão equipados para amenizar a emissão de poluentes na

atmosfera”. Na Europa, por exemplo, estas empresas consomem 40% dos pneus inservíveis como combustível nos fornos de sua cimenteiras, substituindo o carvão.

No Brasil, uma parceria firmada entre a ANIP e a CIMPOR, utilizam inservíveis coletados como combustível alternativo via co-processamento em energia em fornos de cimenteiras do Grupo CIMPOR.



**Figura 3 - Processo de Trituração de Pneus - CIMPOR**

Fonte: (LAGUNO *apud* MARTINS, 2004).

Na figura 3, esta o Centro de Picotagem da Cimpor – Jundiaí (SP), que acolhe mensalmente uma remessa de mil toneladas feita pela ANIP, que com esta ação buscou minimizar os custos de suas empresas associadas. É importante destacar que as cimenteiras cobram em média, US\$ 100 por tonelada de pneu destruída, emitindo um certificado para as empresas apresentarem aos órgãos ambientais de fiscalização, comprovando a destinação final do pneu inservível conforme prevê a legislação (CIMINO e ZANTA, 2005, p. 302); (LOJUDICE, 2002).

Além das cimenteiras, as fábricas de papel e celulose, e as usinas termoeletricas utilizam em suas caldeiras a carcaça inteira dos pneus, uma vez que cada quilograma de pneu libera entre 8,3 a 8,5 quilowatts por hora de energia, isto representa um



acréscimo de 30% de energia extraída em 1 quilo de madeira ou carvão (KAMIMURA, 2002, p. 65).

Mas, segundo Tunes (*apud* Kamimura 2002), “o melhor método para queimar pneus sem que ocorra problema com a fumaça negra e poluente é o co-processador, ou seja, a queima de resíduos industriais em fornos de cimento”, uma vez que a queima de resíduos industriais a 1700°C transforma quimicamente as substâncias perigosas, e nos fornos das cimenteiras, estes resíduos são usados para gerar energia, e, as cinzas resultantes são incorporadas ao cimento e ficam encapsuladas em concentrações aceitáveis.

As cimenteiras para utilizar este processo devem ter autorização dos órgãos de proteção ambiental. No Brasil, a indústria de cimento tem um parque produtor de 58 unidades, atualmente 7 unidades têm autorização para utilizar o processo de queima de resíduos (incluindo pneus), e outras 14 aguardam autorização, estas unidades estão localizada no Paraná (2), São Paulo (1), Rio de Janeiro (2) e (2) em Minas Gerais, dificultando e encarecendo muitas vezes o transporte desta carga (KIRAHHA, MARINGOLO *apud* KAMIMURA, 2002).

A utilização dos pneus inservíveis nos fornos das cimenteiras oferece as seguintes vantagens: elimina totalmente o pneu descartado; não produz resíduo; utiliza grandes volumes de pneus descartados; conserva os recursos naturais de combustível fóssil; não requer nenhum pré-processo; sua queima produz menos emissões do que a queima do carvão e possui amparo legal (CIMINO, 2004); (KAMIMURA, 2002).

Entre as empresas que investiram nesta tecnologia está a brasileira Votorantim Cimentos que através do Cimento Rio Branco em Rio Branco do Sul (PR), tem a capacidade para eliminar mais de 20 mil t/ano de pneus. Além das empresas estrangeiras instaladas em território nacional *Holdebank* e a *Lafarge* (maior cimenteira do mundo) que investiu US\$ 9 milhões na adaptação dos altos-fornos de suas 6 fábricas instaladas no país, sua unidade em Cantagalo (RJ), em 2002, realizou o co-processamento em torno de 6 mil toneladas de pneus inservíveis triturados (KAMIMURA, 2002); (CIMINO, 2004, p. 126).

A RESOTEC, uma subsidiária da Holcim (empresa com mais de 125 cimenteiras no mundo) começa a investir em co-processamento, investiu mais de US\$14 milhões

em suas fábricas do Cantagalo (RJ), e em Pedro Leopoldo e Barroso (MG) no ano de 2002 para trabalhar com pneus inservíveis em seus fornos (CIMINO, 2004, p. 126).

#### **4.2.4 Pirólise – produção de óleo e gás**

A pirólise é o processo de aquecimento dos pneus a uma temperatura superior a 1000°C, em um ambiente com teor de oxigênio ou muito baixo ou muito alto e com pressão abaixo da atmosfera. Neste processo, apesar do superaquecimento da borracha, a mesma não entra em combustão. “Sob temperaturas e pressão apropriadas a fração de óleo existente em algumas associações orgânicas são liberadas na forma líquida enquanto outras frações são liberadas na forma de gases voláteis” (SALINI, 2000).

O óleo obtido após condensação e decantação é usado na indústria química ou serve como substituto do petróleo em algumas petroquímicas. “O gás que é um combustível por excelência, é consumido dentro da própria indústria. Uma vez gerado, aquece a caldeira onde ocorre a pirólise, gerando mais gás para reaquecê-la” (SANDRONI, PACHECO, 2005).

Um dos exemplos da utilização da pirólise no Brasil ocorre na usina de São Mateus do Sul no estado do Paraná, na subsidiária PETROSIX da PETROBRÁS, que desde 1998, criou e desenvolveu uma tecnologia de pirólise para produzir óleo e gases combustíveis, feitos da mistura de xisto betuminoso e pneus descartados. “A empresa mistura 5% de pneus picotados a 95% de xisto betuminoso em seu processo de pirólise, que resulta em derivados do petróleo. A cada 100 quilos de pneus a produtora consegue extrair 50 quilos de óleo” (LOJUDICE, 2002).

Após haver o resfriamento do xisto e da borracha, são eliminados vapores que formam gotículas de óleo, constituindo o óleo pesado. Após esta etapa, os gases de xisto passam por uma limpeza gerando o óleo leve, o que sobra é encaminhando para outra unidade, “onde são obtidos o gás combustível e o gás liquefeito (GLP), além da recuperação do enxofre, o arame de aço separado da borracha dos pneus é encaminhado para a indústria siderúrgica” (ANDRIETTA, 2002).

A destinação final do pneu através da empresa PETROSIX (pirólise), é mais vantajosa para os produtores, por apresentar custo menor, uma vez que a empresa PETROSIX, cobra R\$50 pela destruição de 1 tonelada de pneus, enquanto as cimenteiras cobram em torno de US\$100. (LOJUDICE, 2002).

Os pneus encaminhados para a PETROSIX são oriundos do trabalho de coleta e picotagem realizadas pela empresa *BS Colway* do Paraná (fabricante de pneus remoldados de carcaças importadas da Europa), envolvida no programa PARANÁ RODANDO LIMPO. Este programa já destruiu mais de 2,6 milhões de pneus, que foram picados e transportados até esta usina (KAMIMURA, 2002, p. 86).

#### 4.2.5 Trituração da borracha de pneus: processo mecânico e criogênico

A trituração da borracha de pneus através do **processo mecânico** ou **processo criogênico** são alternativas a mais para a reciclagem de pneus descartados. No processo mecânico a trituração ocorre em temperatura ambiente, já no processo criogênico ocorre um congelamento seguido de tratamento mecânico, o tamanho das partículas geradas depende do processo utilizado, equipamento e temperatura (KAMIMURA, 2002).

**No processo criogênico** os pneus são congelados em temperaturas abaixo de 87° C, com isso a borracha do pneu torna-se muito frágil, ela é passada pelos chamados moinhos de martelo que reduzem as partículas a tamanhos finos (usado para enchimento de campos desportivos com grama sintética) ou superfinos (utilizado para fabricar os betumes das misturas das estradas) (SALINI, 2000, p.16); ([www.recipneu.com/pt/realizações](http://www.recipneu.com/pt/realizações)).

Para as empresas incorporarem o processo criogênico na reciclagem dos pneumáticos inservíveis, devem enfrentar algumas restrições a respeito deste processo. Primeiro: apesar de ter um consumo menor de energia, o processo ainda depende do grande consumo de gases criogênicos (nitrogênio líquido), além de necessitarem de maquinários importados dos Estados Unidos, que tem um custo bastante elevado. Além

disso, o granulado de borracha gerado tem qualidade inferior daquele produzido através do processo mecânico. Nas misturas asfálticas, por exemplo, se dá a preferência pela borracha triturada no processo mecânico (SALINI, 2000).

A empresa Recipneu (empresa portuguesa) utiliza o processo criogênico com a tecnologia importada dos Estados Unidos. No último ano essa empresa reciclou 25 mil toneladas de pneus, ou seja, ela processou um pneu a cada seis segundos. Os granulados produzidos neste processo pela empresa portuguesa são exportados para Europa, África, Oriente Médio e Ásia, o que corresponde a aproximadamente 95% de sua produção de granulados de borracha (CASTELO, FERREIRA, 2007).

**O processo mecânico** é um processo realizado em temperatura ambiente, onde as partículas de borracha passam por vários estágios de trituração, diminuindo progressivamente de tamanho. O aço contido na borracha é retirado por eletroímãs, e as fibras da lona são retiradas através de um peneiramento (KAMIMURA, 2002).

No Brasil, a empresa líder neste mercado é a indústria Borcol de São Paulo, que assinou parceria com a ANIP para a aquisição de duas máquinas picotadoras para triturar os pneus em larga escala. A Borcol “há anos utiliza esse processo para transformar pneus usados em tapetes e peças diversas” (Agência Brasil – ABR, 2002).

A Borcol, além de trabalhar com a reciclagem e regeneração da borracha, “adquiri e processa, também, matérias primas nobres, sob forma de massas especiais não vulcanizadas (massas virgens, tecidos emborrachados, tecidos metálicos, etc.), adquiridas inclusive das indústrias de pneumáticos”; faz o tratamento adequado deste material, separando os componentes e os estratifica em camadas finas que posteriormente passam por um “processo perfeito de vulcanização dirigido aos mais variados produtos de sua linha de produção, inclusive a uma linha, em fase de lançamentos”.<sup>4</sup>

O processo mecânico é preferido pelas empresas pelo custo reduzido, por ter um investimento inicial menor, por ser mais simples e flexível se comparado ao criogênico, além da borracha deste processo ter características físicas superiores (SALINI, 2000, p. 17); (KAMIMURA, 2002, p. 61).

---

<sup>4</sup> <http://www.borcol.com.br/>. Acesso em 20.05.2007.

No quadro 6 de forma sintética estão relacionados os processos de reciclagem possíveis para dar destinação correta aos pneus descartados:

<b>Estratégia de minimização reciclagem/reuso</b>	<b>Descrição dos processos tecnológicos</b>	<b>Técnicas</b>
<b>Mecânica</b>	<b>Cuminação:</b> - Ambiental e Mecânica, - Criogênica	Redução do tamanho e processamento do resíduo, transformando-o em uma matéria prima secundária, fechando o ciclo de reciclagem do produto.
<b>Química</b>	<b>Desvulcanização:</b> - Mecânica - Química - Ultra-som - Bio-reação/ biológica	Recuperação de compostos químicos, por meio da quebra parcial ou total de moléculas, via reações químicas.
<b>Energética</b>	-Co-processamento; - Pirólise	Combustão do resíduo, gerando como produto, a energia que tanto pode ser comercializada, quando reutilizada para abastecer processos.
<b>De materiais “Lato Sensu”</b>	-Recauchutagem; -Recapagem; - Remoldagem; Diversos usos: - Agricultura - Engenharia Civil - Outros	Retiradas de partes de um produto que ainda sejam reutilizáveis, com nenhuma ou pouca alteração, possibilitando um novo uso.

**Quadro 6 – Estratégias de minimização de pneumáticos inservíveis e respectivas opções tecnológicas de tratamento**

**Fonte:** (Gomes & Medina; Reschner, Almeida et al. *apud* CIMINO, 2004).

Por sua vez, a tabela 3 mostra informações a respeito dos processos tecnológicos mais utilizados em países da Europa, EUA e Japão. Através destes dados pode-se confirmar que os EUA é o país que mais produz pneus inservíveis no mundo, e que maior parte de seus inservíveis são utilizados em fornos para produção de energia. Na Europa, Alemanha, França e Grã Bretanha são os países que mais produzem pneus inservíveis. Por sua vez, o Japão é o país que mais reutiliza os pneus descartados, isso provavelmente se deve ao fato do seu espaço territorial. Porém não há utilização em obras de engenharia civil. No caso do item exportação é importante frisar que se refere

aos pneus inservíveis, ou seja, o envio do descarte para outros países; quanto à pirólise não há dados disponíveis nestes países (KAMIMURA, 2002).

**Tabela 3 - Destino Final para pneus usados:EUA, Europa e Japão**

<b>Destino dos pneus usados</b>	<b>EUA (2001)</b>	<b>Europa (1999)</b>	<b>Japão (1998)</b>
<b>Reformados</b>	_____	36 milhões (12%)	8 milhões (8%)
<b>Combustível/ Recuperação Energia</b>	115 milhões (41%)	60 milhões (20%)	52 milhões (51%)
<b>Artefatos de Borracha</b>	8 milhões (3%)	_____	_____
<b>Borracha Moída</b>	33 milhões (12%)	27 milhões (9%)	12 milhões (12%)
<b>Engenharia Civil</b>	40 milhões (14%)	27 milhões (9%)	_____
<b>Exportados</b>	15 milhões (5%)	33 milhões (11%)	17 milhões (17%)
<b>Pirólise</b>	-----	-----	-----
<b>Total de Pneus para o mercado</b>	<b>218 milhões (75%)</b>	<b>183 milhões (61%)</b>	<b>93 milhões (91%)</b>
<b>Aterros e Estoques</b>	63 milhões (25%)	117 milhões (39%)	9 milhões (9%)
<b>Total Gerado</b>	<b>281 milhões</b>	<b>300 milhões</b>	<b>102 milhões</b>

**Fonte:** (RMA; SCRAP TIRE NEWS *apud* Kamimura, 2002, p. 51)

No caso do Brasil, não há dados estatísticos compilados a respeito dos processos mais utilizados, no entanto, conforme a pesquisa, pôde-se notar que os processos mais usuais para reciclagem de pneus é a queima para geração de energia, combustível, desvulcanização para reaproveitamento da borracha como matéria-prima em outros artefatos de borracha, a recapagem e remoldagem de pneus.

### 4.3 Reaproveitamento do pneu inservível em sua forma inteira: outras alternativas de reciclagem

Muitos dos processos para a reciclagem da borracha dos pneus descartados requerem a separação dos componentes do pneu ou a própria trituração antes de sua utilização. No entanto, existem outros exemplos de reutilização dos pneus inservíveis em sua forma inteira contribuindo para a questão da destinação final deste resíduo.

Na Engenharia Civil, os pneus podem ser usados em sua forma inteira ou em partes, as aplicações mais usuais dos pneus inservíveis são em materiais de enchimento de peso leve; drenagem em campo séptico; aterro em estradas; suporte de base de estrada; sistema de drenagem de gases em aterros sanitários; material para compostagem; estabilizadores de encostas; controle de erosão; diques; barragens; isolante térmico e acústico; drenagem em aterro sanitário; aditivos para pavimentos asfálticos e pistas esportivas; cobertura de parques infantis; concretos leves, entre outros (KAMIMURA, 2002).

Por sua vez, a prática da reciclagem de pneus inservíveis em sua forma inteira está relacionada à sua utilização em projetos de:

- } **Obras de drenagem:** os pneus unidos em módulos de aproximadamente 15 pneus formam um tubo em substituição aos bueiros; nos EUA “esta prática tem sido adotada e apresentou desempenho aceitável” (KAMIMURA, 2002, p. 26);
- } **Muros de arrimo/contenção:** camadas horizontais de pneus espaçadas verticalmente e interligada com alças de metal, formando camadas de pneus que são preenchidas com solo. No Brasil a PUC-Rio em parceria com Universidade de Ottawa (Canadá) e a Fundação Geo-Rio, vem desenvolvendo projeto de pesquisa de estabilização de taludes com muros de contenção (KAMIMURA, 2002, p. 19);
- } **Limitação Território Esportivo:** os pneus podem formar muros de limitação de territórios para prática de esportes automotivos de alta

velocidade, também em pistas de corridas de cavalos (RAMOS, 2005, p. 47);

- Construção de barragens:** os pneus inteiros podem ser utilizados na construção de barragens para contenção. Existe um projeto do Depto de Engenharia Civil da Universidade do Texas com esta finalidade (SALINI, 2000, p. 20);
- Recifes artificiais:** pneus de carros e caminhões empilhados em um número de 15 a 25 unidades são comprimidos, “aglomerados com uma mistura de cimento e então lançados sobre o leito do mar para formar recifes artificiais”, auxiliando na criação e reprodução de animais marinhos, pois se transformam em um ambiente propício para a fauna e a flora (SANTOS, *apud* RAMOS, 2005); (KAMIMURA, 2002);
- Quebra-mares:** a construção de quebra-mares com pneus descartados pode ser um recurso facilmente aplicável, “os pneus protegem os portos e marinas dos efeitos das marés, geram estabilidade para o solo marinho e para a praia, [...] além de possibilitarem a estabilização de dunas existentes” (SANDRONI, PACHECO, 2005);
- Contenção de erosão do solo** – Pneus inteiros associados a plantas de raízes grandes, podem ser utilizados para ajudar na contenção da erosão do solo (CARVALHO *apud* MARTINS, 2004);
- Enchimento de Aterros:** pneus picados ou inteiros podem substituir parte do agregado com baixo custo e mantêm o solo com boa drenagem (RAMOS, 2005, p. 47);
- Armazenagem de água para gramados:** os pneus são cortados ao meio, e dispostos em camadas sob gramados de campos de golfe, futebol, entre outros. Auxilia na redução de gastos com irrigação artificial e fertilização do gramado, pois este sistema armazena a água da chuva (KAMIMURA, 2002, p. 29);
- Reforço de aterros** – Pneus radiais amarrados com fitas de poliéster é uma matéria-prima barata e eficiente para a construção de aterros sem comprometer a qualidade da obra (CARVALHO *apud* MARTINS, 2004);

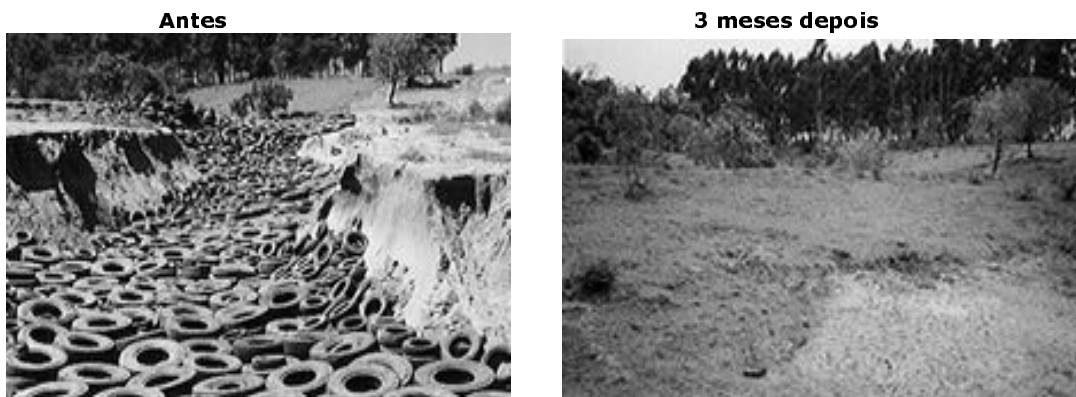


- } **Compostagem** – O pneu não pode ser transformado em adubo, mas sua borracha cortada em pedaços de 5 cm pode servir para aeração de compostos orgânicos (CEMPRE, 2000);
- } **Construção de casas com pneus inteiros “Earthship”**: “técnica de construção natural, utilizando pneus e solos prensados na confecção de paredes que são assentados diretamente no solo (sem vegetação)”, uma casa no Japão já foi construída através deste método; e no Brasil o Instituto de Permacultura já construiu uma parede através deste método (KAMIMURA, 2002, p. 34);
- } **Projeto João de Barro Bom-Plac**: no Brasil, um projeto semelhante vem sendo desenvolvido na construção de casas populares em Santa Cruz do Sul (RS), onde o engenheiro Leandro Agostinho Kroth, da Secretaria Municipal de Habitação, lançou o Programa João de Barro Bom – Plac. Ele descobriu um jeito de reaproveitar os pneus, “a idéia é misturar a borracha dos pneus à argamassa feita com cimento, areia e água. A argamassa serve para moldar pilares armados com barras de aço e placas retangulares, fixadas nos pilares por meio de uma peça de madeira que recobre a face interna do pilar”; ([www.cidadesdobrasil.com.br](http://www.cidadesdobrasil.com.br), [www.pmscs.rs.gov.br](http://www.pmscs.rs.gov.br));
- } **Parques infantis e playground**: os pneus inteiros podem ser utilizados como amortecedores de impacto de brinquedos, ou mesmo como brinquedos balanços, obstáculos, etc (CARVALHO *apud* MARTINS, 2004);
- } **Galerias de águas pluviais**: “os pneus descartados estão sendo utilizados para a construção de galerias pluviais em substituição às manilhas de cimento, esta experiência está sendo utilizada pela prefeitura da cidade Araçoiaba da Serra (SP), e prefeitura de Cascavel (PR), ambas utilizaram esta experiência e se beneficiaram com a redução do custo do material empregado na obra ([www.arebop.org.br](http://www.arebop.org.br));
- } **Vasos e móveis feitos com pneus**: os pneus inteiros são utilizados como material na confecção de vasos e móveis. Na cidade de Canarana em

Mato Grosso há o exemplo do artesão Rubem Machry que transforma pneus velhos em objetos e utensílios (LIA BOCK, 2007).

Entre as alternativas acima descritas, é importante frisar que estas funcionam como paliativo na destinação final dos pneus inservíveis, pois não utilizam em larga escala o estoque de pneus descartados que existem, os processos com aplicação de tecnologias mais complexas são os que incorporam a maior quantidade de pneumáticos inservíveis.

Abaixo seguem fotos que ilustram algumas das alternativas descritas na utilização de pneus descartados em diversas utilidades.



**Figura 4 - Pneus inteiros usados para conter erosão do solo**

Fonte: (<http://www.usp.br/agen/repgs/2005/pags/113.htm>)

Nesta obra foram utilizados mais de 120 mil pneus inservíveis colocados manualmente para conter a erosão do solo.



**Figura 5 - Construção de Aterro reforçado com pneus Cia Itambé (PR)**

Fonte: (GUTIERRES, 2003, USP NOTÍCIAS)



**Figura 6 - Modelo de aplicação de pneus em playground**

Fonte: ([www.setorreclagem.com.br](http://www.setorreclagem.com.br))



**Figura 7- Cadeiras Feitas com pneus**

Fonte: (BOCK, 2007)



**Figura 8- Construção de muro de arrimo**

Fonte: (<http://www.ipemabrasil.org.br/ecomateriais.htm>)



**Figura 9 – Casas do Projeto João de Barro Bom-Plac – Santa Cruz do Sul (RS)**

Fonte: (<http://cidadesdaobrasil.com.br/cgicn/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=6&newcod=120>)

Com as alternativas destacadas acima, percebe-se que há uma variedade de opções de reciclagem com pneus inservíveis mas para que isso se torne uma prática usual, seria interessante a criação pelo governo de incentivos fiscais e financeiros às empresas do setor na incorporação de novas tecnologias para minimizar a geração deste resíduo, e também para projetos inovadores na criação de novos produtos a partir da borracha reciclada de pneus.

Além disso, cabe apoiar o processo de reciclagem em sua totalidade, pois por se tratar de um resíduo volumoso, deve-se entender que o ciclo de reciclagem dos pneus inservíveis engloba atividades mais complexas - a armazenagem, o recolhimento do material, o transporte da carga e a destinação final adequada do produto. No próximo tópico será apresentado o esquema atual da logística de recolhimento e transporte deste resíduo.

#### **4.4 Coleta e destinação final de pneumáticos inservíveis**

É importante relembrar que a Resolução 258/99 do CONAMA determina que fabricantes, revendedores e importadores sejam responsáveis pelo recolhimento, transporte e destinação final dos pneus inservíveis. Por isso é importante haver uma logística eficiente para dar suporte a todo este processo.

Sendo assim, a partir da vigência da Resolução 258/99 (janeiro/2002), as empresas da indústria de pneumáticos se organizaram para realizar a coleta dos inservíveis e destinação final dos mesmos.

A ANIP – representante de 14 empresas de pneus instaladas no país, montou um sistema logístico de apoio para que suas associadas pudessem cumprir a meta determinada pela lei, implantou ações que ampliaram o número de postos de coleta em todo país, facilitando assim o recolhimento e transporte dos pneus descartados para a destinação final adequada. Criou os ECOPONTOS e postos de coleta em parceria com prefeituras e lojas revendedoras, além disso, “elaborou um planejamento estratégico com ações até 2006, com vistas à implantação de programa em âmbito nacional, bem como uma campanha para conscientização de consumidores” (CIMINO, ZANTA, 2005, p. 305).

A iniciativa da ANIP, para coleta e tratamento de pneus inservíveis, gerou a criação uma rede composta por 4.000 pontos de coleta junto às revendas em todo o Brasil, e 245 ecopontos em municípios de diversas regiões do país, além de Centros de Recolhimento e Trituração de Pneus Inservíveis em Jundiaí (SP), João Pessoa (PB) – parceria com a CIMPOR e ABRIDIPI, e em Sorocaba (SP) – parceria com a Empresa Borcol (CIMINO, ZANTA, 2005); (ANIP, 2007).

O apoio oferecido pela ANIP garantiu a grande adesão ao processo, uma vez que a entidade fornece consultoria técnica para as instalações e a logística de funcionamento, suporte econômico para a questão do transporte, ajuda na remoção do material coletado nos postos encaminhando a carga às empresas de trituração e de destinação final (BONENTE, 2005).

Uma informação relevante a respeito da localização destes 245 ecopontos é que deste total, 169 unidades (69%) concentram-se na região do Sudeste do país; 37 unidades (15%) no Centro-Oeste; 9 unidades (4%) no Nordeste; 13 unidades (5%) no Norte e 17 unidades (7%) estão no Sul do país, sendo 15 no Rio Grande do Sul, 2 no Paraná e nenhum ponto localizado em Santa Catarina.<sup>5</sup>

Assim como a ANIP, a Associação Brasileira da Indústria de Remoldados – ABIP lançou em 2001 o programa RODANDO LIMPO na cidade de Curitiba (PR), o qual

---

<sup>5</sup> [www.anip.com.br](http://www.anip.com.br). ANIP em números. Acesso em 15.05.2007

nasceu da parceria entre as Prefeituras de Curitiba e Piraquara e uma empresa associada a *BS Colway* (fabricante de pneus remoldados), que ficou responsável pela coleta, trituração, e transporte dos pneus inservíveis até a usina da PETROSIX em São Mateus (PR), para o processo de pirólise. O programa depois se estendeu as cidades paranaenses de Cascavel, Foz do Iguaçu, Londrina, assim como a cidade de Joinville em Santa Catarina (LOJUDICE, 2002); (KAMIMURA, 2002, p. 86).

Além das iniciativas da ANIP, outros projetos foram criados por algumas empresas de pneumáticos e prefeituras, com o objetivo de solucionar o problema de recolhimento e destinação final dos pneus inservíveis. No tópico a seguir, serão expostas algumas destas iniciativas criadas.

#### **4.5 Iniciativas de empresas privadas**

Muitas empresas revendedoras de pneus criaram ações isoladas com relação à coleta e destinação final dos pneus inservíveis, entre estas se pode destacar iniciativas da Rede DPaschoal (Goodyear), a Bridgestone Firestone e Pirelli Brasil.

##### **4.5.1 DPASCHOAL**

A rede DPaschoal em parceria com a fabricante Goodyear mantém um processo de coleta e destinação dos pneus usados deixados em mais de 180 de suas lojas espalhadas pelo Brasil. Este projeto chamado de SGR- Sistema de Gestão de Resíduos, foi iniciado experimentalmente no estado de São Paulo e Minas Gerais, e depois ampliado a todo território nacional, “visando operacionalizar, incentivar e mobilizar, funcionários, consumidores e população, com relação ao destino ambientalmente correto dos pneus inservíveis e de outros produtos” (DAVIDOFF *apud* CIMINO, 2004, p. 76).

Este projeto da DPaschoal é realizado em parceria com a empresa Mazola Logística e Reciclagem, sediada em Valinhos (SP). “Esta cuida da gestão dos resíduos da empresa em sete estados, da vistoria do local de armazenagem dos resíduos nas lojas ao acompanhamento do destino dos produtos” (CANAL DE TRANSPORTES, 2005).

A empresa DPaschoal também fornece seus pneus usados à empresa Goóc, uma fabricante de calçados e acessórios feitos a partir da borracha reciclada de pneus e lona reciclada e reaproveitada. “Desde 2003, a Goóc já reciclou mais de 1 milhão de pneus, a empresa prevê comercializar 210 milhões de pares de sandálias feitas de pneu reciclado até 2014 no Brasil”. (REVISTA FATOR BRASIL, 2007).

A figura 10 ilustra a sandália produzida pela empresa Goóc com a utilização de borracha de pneus inservíveis.



**Figura 10 - Sandálias Goóc**

**Fonte:** (www.gooc.com.br)

A DPaschoal implantou o programa em parceria com a Goodyear e a empresa Goóc por acreditar que todas as empresas devam assumir sua responsabilidade social diante dos problemas ambientais. “Esse programa exigiu também a realização de treinamento e orientação dos funcionários, terceirização da empresa de logística e a conscientização dos clientes, por meio de campanhas internas e externas com vasto material de apoio” (CIMINO, 2004, p. 77).

#### 4.5.2 BRIDGESTONE FIRESTONE

A ação desta empresa envolve a picotagem dos pneus refugados pelo seu processo produtivo e os inservíveis na própria fábrica, que posteriormente são encaminhados para o processo de reciclagem (CIMINO, 2004).

Em 2003 a empresa participou de uma ação em parceria com a ANIP no recolhimento de pneus inservíveis, campanha chamada de “Pneu Não Nasceu Para Ficar Parado. Devolva Para Reciclar”, lançada com o evento *Fórmula Truck*. Ela consistia na entrega de pneus nas revendedoras Bridgestone por parte dos consumidores, que em troca desta ação recebiam bonés e ingressos nas arquibancadas para assistir as corridas da *Fórmula Truck*. A empresa conseguiu com esta iniciativa o recolhimento de aproximadamente 55 mil pneus inservíveis.

Outra ação isolada da empresa foi o lançamento em 2006 de uma linha de pneus para caminhonetes chamadas “*Destination*”. Com o lançamento deste produto as revendas Bridgestone incentivaram os consumidores a deixarem nas lojas os pneus descartados após a troca, sendo concedido um bônus de R\$25 por pneu. As revendedoras faziam relatórios com o número de série dos mesmos e depois encaminhavam esta carga para ecopontos através da logística da empresa ([www.bfbr.com.br](http://www.bfbr.com.br)).

Além disso, a Bridgestone Firestone, Goodyear, Michelin e Pirelli, em conjunto com a ANIP, fundaram em março de 2007 a RECICLANIP, uma entidade que será responsável “pelo gerenciamento logístico do produto no pós-consumo”. Para isso os fabricantes pretendem investir aproximadamente R\$50 milhões na reciclagem de pneus inservíveis, uma vez que a RECICLANIP se responsabilizará pelo processo de coleta, transporte e envio da carga de pneus inservíveis dos pontos de coleta até as empresas de trituração ou destinação final (BETING, 2007).

A ANIP pretende com esta iniciativa substituir o trabalho que hoje na maioria das vezes é feito por empresas terceirizadas, ficando mais próxima do controle de tudo o que é gerado no país, desde a fabricação, descarte, até o destino final dos pneumáticos inservíveis.



#### 4.5.3 PIRELLI

Através de sua revista eletrônica *Pirelli Club Truck*, a empresa divulga a importância da correta destinação final dos pneus inservíveis. Pelas notícias veiculadas nesta revista a empresa demonstra sua preocupação dando ênfase na importância da correta destinação final destes pneumáticos. Além disso, publica dados a respeito de empresas reconhecidas e cadastradas junto a ANIP para a coleta, transporte e trituração dos inservíveis, alertando para a possibilidade deste material ser depositado nos ecopontos mantidos pela ANIP em várias cidades do país.

A empresa também se dispõe a coletar pneus inservíveis através de seus pontos de coletas chamados *Truck Center* Pirelli, se por acaso o número de pneus velhos existentes não cheguem a formar uma carga. Alerta também para os cuidados que devem existir no armazenamento temporário destes pneumáticos. Por fim, dispõe um *link* com a relação dos endereços de seus *Truck Centers* ([www.pirelliclubtruck.com.br](http://www.pirelliclubtruck.com.br)).

A Pirelli também está envolvida em outro projeto ambiental relacionado à fabricação de pneus com borracha 100% brasileira, da região de Xapuri no Acre. A parceria denominada Projeto Xapuri foi firmada em 1998 entre a Pirelli e várias cooperativas de seringueiros da região. “A iniciativa prevê o treinamento permanente da mão-de-obra local e a instalação de equipamentos modernos, visando à melhoria dos processos de extração, produção e beneficiamento das placas brutas de borracha”.

Com este acordo houve o comprometimento da empresa na compra desta matéria-prima usada na produção de pneus de ônibus e caminhões que serão fabricados em Feira de Santana - Bahia. “O acordo com a Pirelli começa garantindo trabalho para 300 famílias da região, em três anos, serão 6 mil seringueiros extraindo borracha para o Xapuri”. ([www.pirelli.com.br](http://www.pirelli.com.br)), ([www.autoesporte.globo.com](http://www.autoesporte.globo.com)).

## **4.6 Iniciativas de prefeituras**

Algumas ações individuais também foram tomadas por diversas prefeituras no Brasil quanto à questão dos pneus inservíveis, algumas serão destacadas a seguir.

### **4.6.1 Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro**

A prefeitura do Rio de Janeiro em parceria com a Companhia Municipal de Lixo Urbano (COMLURB) em 2001 realizou diagnóstico do descarte de pneus inservíveis e formulou e implantou a chamada – Política de Gerenciamento de Pneumáticos Inservíveis, obtendo ótimos resultados (CIMINO, 2004).

“Os procedimentos adotados foram à organização de 500 borracheiros em uma associação, o enquadramento institucional de fabricantes e importadores com o estabelecimento de atribuições entre os seus parceiros”, para isso foi implantada uma estrutura de captação voluntária de pneus inservíveis composta de 63 postos de coleta e depósitos temporários de armazenamento de pneus – em Nova Iguaçu e Bangu, além de promover o estudo de viabilidade técnica para reaproveitamento da borracha destes pneus em pavimentação asfáltica do município (CIMINO, ZANTA, 2005, p. 306).

### **4.6.2 Prefeitura Municipal de Canoas (RS)**

A Secretária de Saúde da Prefeitura Municipal de Canoas (RS), no ano de 2000, preocupada com atenção necessária que deveria ser dispensada a questão ambiental dos pneumáticos inservíveis descartados e queimados no município, realizou na Região Metropolitana de Porto Alegre uma fiscalização que tinha como finalidade identificar a

origem deste resíduo. O resultado deste trabalho diagnosticou que a maior parte do problema era proveniente das pequenas borracharias da região e da prática da atividade clandestina de descarte nas margens das rodovias e nos lixões feita por carroceiros (OLIVEIRA *apud* CIMINO, 2004).

Ainda segundo o autor, depois deste diagnóstico, foi realizado um trabalho de conscientização e orientação dada a estes segmentos e atribuição de multas, no entanto o problema continuou ocorrendo, sendo que a prefeitura recolhia estes pneus descartados e aproveitava como material para contenção e proteção.

#### **4.6.3 Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu (PR)**

Uma parceria entre a Prefeitura, a Secretaria de Meio Ambiente e a empresa *BS COLWAY*, é a iniciativa desenvolvida por esta prefeitura. A prefeitura disponibiliza uma coleta seletiva especial para pneus inservíveis, levando-os até um depósito temporário no bairro Campos em Foz do Iguaçu. “Posteriormente a carga é enviada para trituração na empresa *BS Colway*, que encaminha o material triturado para a PETROSIX em São Mateus (PR)”.

No período que envolveu março de 2002 a agosto de 2003, foram realizadas 37 remessas de cargas para a empresa *BS Colway*, com isso 55.720 pneumáticos inservíveis de carros e caminhonetes foram retirados do município (KAMIMURA, 2002, p. 86); (CIMINO, 2004).

#### **4.6.4 Prefeitura Municipal de São Paulo (SP)**

A iniciativa da Prefeitura de São Paulo se deu através do Projeto de Limpeza do Rio Tietê, que desde a implantação do projeto já retirou do rio mais de onze mil toneladas de lixo. “A sujeira, acumulada somente no trecho paulistano chegou ao rio

principalmente por meio dos 220 córregos que deságuam no Tietê. Nesses três anos, o custo para retirar esse monte de lixo foi de R\$ 1 milhão” (BETINI, 2005).

Desta coleta feita no Rio Tietê foram retirados do Rio mais de 80 mil pneumáticos inservíveis, resíduo que foi levado para um ecoponto da região de São Paulo, onde a ANIP fez o transporte da carga até seu Centro de Armazenamento e Trituração em Jundiaí (SP). (CIMINO, 2004).

#### **4.6.5 Prefeitura Municipal de Campinas (SP)**

Mensalmente, no município de Campinas (SP), mais de 1.500 pneus inservíveis são coletados pela Prefeitura, por meio de suas 14 administrações regionais, além de 4 subprefeituras dos distritos de Sousas, Barão Geraldo, Joaquim Egídio e Nova Aparecida. O material coletado é depositado num ecoponto localizado na região de Campinas, que posteriormente é recolhido pela ANIP que transporta a carga até o Centro de Trituração de Jundiaí (SP), depois disso, esta borracha é encaminhada ao processo de co-processamento dos fornos da CIMPOR (GALLACI, 2003).

#### **4.7 Iniciativas públicas no município de Florianópolis quanto à coleta e destinação final de pneus inservíveis**

O Decreto Lei n.6.215 do Estado de Santa Catarina, regulamentado pela Lei n. 12.375 de Julho/2002, determina que a Fundação do Meio Ambiente (FATMA) mantenha cadastro de depósitos temporários de armazenamento de pneus inservíveis existentes no Estado; diz que a FATMA deve celebrar com órgãos ou entidades ambientais para cuidar desta questão ambiental, entre outras atribuições (LEI ESTADUAL 12.375/2002).

No entanto, em recente visita realizada a FATMA, infelizmente foi constatado de que não tem ocorrido nenhum controle por parte deste órgão para um

acompanhamento de questões pertinentes a coleta e destinação final de pneus inservíveis em Santa Catarina, não existem relatórios com dados estatísticos sobre esta atividade no Estado, nem tampouco cadastro de possíveis depósitos temporários existentes em Santa Catarina, nenhum convênio foi celebrado entre a FATMA com instituições ambientais para tratamento deste resíduo.

Uma informação repassada durante a visita na Fundação é de que a Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP) mantém um depósito temporário de pneus inservíveis, que esta era a informação que a FATMA poderia fornecer.

Sendo assim, em 21/06/2007 foi realizada uma entrevista por telefone com o representante da COMCAP, Sr. Luiz Carlos Leotílio de Mello, Gerente do Aterro do Itacorubi e dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. O mesmo confirmou a existência deste depósito temporário de pneus na região de Florianópolis (Itacorubi).

Durante a entrevista afirmou que este era um antigo depósito de máquinas, que o mesmo não vinha sendo mais utilizado para esta finalidade, e, que em virtude da ociosidade do espaço foi determinado, ainda durante o governo da prefeita Ângela Amin, que fosse utilizado para armazenar temporariamente os pneus recolhidos na região de Florianópolis, sendo um espaço coberto para que não ocorra acúmulo de águas da chuva nos pneus.

Mello explicou que havia uma demanda por este espaço, pois muitas pessoas ligavam para a COMCAP perguntando se era possível que os pneus fossem descartados através da coleta de lixo. No entanto ficou determinado que as pessoas pudessem colocar junto com o material da coleta seletiva este resíduo para que fosse armazenado no depósito da COMCAP. Outra informação repassada é de que outras empresas como, por exemplo – borracharias, oficinas mecânicas de Florianópolis, se quiserem podem depositar pneus inservíveis no depósito temporário. Entretanto, não existe nenhuma divulgação sobre esta possibilidade.

Desta forma, existe um convênio entre a COMCAP e a empresa Xibiu Comércio e Reciclagem de Pneus (PR), que mensalmente recolhe gratuitamente uma carga aproximada de 6.000 a 8.000 pneus, transportando até os fornos da fábrica de cimento Rio Branco do Grupo Votorantin (PR).

A Companhia de Melhoramentos doa esta carga para a empresa Xibiu, pois esta tem licença ambiental para transporte e manuseio deste material. É emitido então pela COMCAP um documento relativo à carga entregue e o destino final da mesma, onde um representante da Xibiu assina para confirmar as informações prestadas, tal documento tem validade de apenas 24 horas, isso para que não haja desvio do destino final da carga, uma vez que a COMCAP tem responsabilidade pela destinação final destes inservíveis de forma ambientalmente correta. É importante ressaltar que a COMCAP acolhe apenas os pneumáticos de Florianópolis.

#### **4.8 Iniciativas empresariais quanto à coleta e destinação final de pneus inservíveis em Florianópolis**

No dia 20/06/07, em entrevista realizada com o Sr. Luciano Irineu de Souza representante da revendedora Multimarcas de Pneus – Geocentro, localizada em Florianópolis, afirmou que os pneus deixados pelos clientes após a troca são armazenados na loja e posteriormente recolhidos pela empresa de Recapagem Rodoar no município de Palhoça. Esta parceria entre as duas empresas se dá da seguinte forma: a Geocentro fornece as carcaças para recapagem na Rodoar, em troca disso a Rodoar arca com as despesas do transporte dos pneus que podem ser recapados, bem como dos inservíveis.

O Sr. Marcelo, da empresa Rodoar, informou que os inservíveis são enviados a Xibiu Reciclagem de Pneus em Araucária (PR). No entanto, é preciso acumular uma carga de aproximadamente 15 toneladas para compensar o custo do transporte (em média R\$750,00), pois a Xibiu paga para receber este material o valor de R\$50,00 a tonelada. A Rodoar faz o processo de compactação destes inservíveis, que consiste em um corte na lateral do pneu para se encaixar pneus menores dentro deste espaço, pois assim em um mesmo frete se consegue enviar uma carga maior de pneus.

O diretor da empresa Xibiu Reciclagem de Pneus, Sr. Claudino Ferreira, confirmou em entrevista realizada via telefone em 22/06/2006, que sua empresa transporta, picota e destina os pneus inservíveis da Região Sul, e é uma das 20

empresas vinculadas a Associação dos Recicladores de Pneus e Produtos de Borrachas (AREBOP). Entre as associadas da AREBOP, a Xibiu e outras empresas são contratadas pela ANIP/RECICLANIP para realizar esta atividade. A empresa pioneira neste tipo de trabalho é a CBL Reciclagem de São Bernardo do Campo (SP) que cobre a região Sudeste, parceira da Xibiu, e associada da AREBOP.

A Xibiu tem um contrato de envio de 1.000 toneladas/mês de pneus inservíveis para a Cimenteira Rio Branco – VOTORAN (maior forno da América Latina). A cimenteira cobra R\$70,00 a tonelada de pneu inteiro e R\$ 30,00 o picotado. A Xibiu por sua vez, envia 40% picotados e 60% inteiros, sendo que esta carga é composta por 70% por pneus de caminhão. O pagamento é feito a VOTORAN pela RECICLANIP, através de uma nota fiscal que a Xibiu emite com a observação “por ordem e conta da RECICLANIP”. É importante lembrar que segundo a pesquisa feita por Cimino e Zanta (2005, p. 302), inicialmente o preço que as cimenteiras cobravam por tonelada de pneu destruída era de US\$100.

As cargas que estão nos postos de coleta distantes a mais de 100 km da empresa são transportadas por terceiros, representando 70% do total; com a Xibiu ficam apenas as coletas mais próximas. O pagamento ao transporte terceirizado é efetuado pela Xibiu que posteriormente é ressarcida pela ANIP/RECICLANIP. O valor que é reembolsado a empresa referente ao custo com transporte e picotagem não foi informado.

Quando os pneus são retirados dos pontos de coleta pela empresa Xibiu, é emitido um laudo, mais uma nota fiscal com validade de 3 dias com a especificação no campo observações da destinação final da carga de inservíveis, pois as cimenteiras só aceitam a carga que tiver a documentação comprovando de onde veio e quem mandou esta carga. No caso dos pneus recolhidos dos postos das prefeituras é emitido um ofício de destinação final dos pneus que autoriza a Xibiu a destinar para a reciclagem. A nota fiscal é emitida porque muitos postos de fiscalização exigem nota de transporte, mesmo que o pneu lixo não gere impostos

Segundo o entrevistado, atualmente as fábricas estão pressionando para que haja uma participação das prefeituras nas despesas decorrentes da remoção e transporte dos pneus inservíveis, uma vez que a destinação correta deste resíduo é de

responsabilidade de cada município. Há um forte movimento da ANIP junto aos governos municipais para criação de ecopontos assim se teria melhor controle sobre a geração do resíduo e destinação final do mesmo, incorrendo em custos menores.

Segundo Ferreira, as informações das empresas de reciclagem de pneus, das revendedoras e dos fabricantes, formam um banco de dados que servem de base para a emissão do relatório anual de acompanhamento do IBAMA, no entanto, nem sempre estas informações estão alinhadas, há uma defasagem entre elas. Para ele, hoje a informação mais precisa está com as recicladoras, pois são elas que fazem a comunicação entre todos agentes envolvidos no processo: os fabricantes, as empresas de reciclagem, os órgãos de fiscalização, e os locais de onde são retirados estes pneus.

Assim como a Xibiu, a Mazola Logística e Reciclagem, empresa da região de Valinhos (SP) transporta e destina pneus inservíveis, tendo firmado uma parceria em nível nacional com a DPaschoal revendedora Goodyear.

Para ter maiores detalhes deste processo, foi realizada entrevista com o gerente Sr. Marcos de Oliveira, da DPaschoal de Florianópolis, que afirmou que todas as revendedoras seguem o acordo firmado com a Mazola que arrecada além dos pneus inservíveis, metais e papeis, havendo uma coleta mensal independente da quantidade de material descartado, no entanto em Santa Catarina a Mazola recolhe pneus apenas da rede DPaschoal.

Os funcionários da DPaschoal são orientados a perguntar ao cliente se o mesmo quer deixar na loja os pneus descartados, o cliente ao fazer esta opção, tem em sua nota fiscal a anotação desta escolha. A loja por sua vez, alimenta um banco de dados *on-line* onde a Mazola tem o controle de todo material deixado na rede DPaschoal, tanto que no dia 10 de cada mês quando a empresa vem para a coleta dos materiais descartados já sabe exatamente a quantidade, pagando a DPaschoal os seguintes valores: R\$0,03 Kg do metal; R\$0,01 Kg do papel e R\$0,05 a unidade do pneu. A DPaschoal converte a verba arrecadada aos funcionários para que seja utilizada nas confraternizações que ocorrem no fim de ano.

“Os pneus que não podem ser reutilizados a Mazola repassa para as fabricantes de cimento e para empresas que os transformam em pó de borracha, como a Midas”.



No entanto, Marcelo Alvarenga proprietário da Mazola, acredita que a utilização maior destes inservíveis ocorra pelas cimenteiras, uma vez que a “transformação de pneu em pó de borracha usado no asfalto é muito cara e pode ser inviável financeiramente” (VALOR ECONÔMICO, 2006).

Vale lembrar que todas as empresas que fazem o transporte e a destinação final dos pneus inservíveis (XIBIU e MAZOLA) emitem um certificado às empresas contratantes, que comprovam a destinação ambiental prevista em lei.

Outros contatos foram feitos com recapadores e revendedores de pneus da região de Florianópolis, algumas repassam os inservíveis às empresas que mantêm parceria com as cimenteiras e usinas, porque este não é o foco de sua atividade principal. Segundo as empresas, se entrassem neste ramo do negócio teriam que considerar investimento para armazenar, selecionar (mão-de-obra) e transportar este resíduo, além de necessitar de licença ambiental para esta atividade. Este é o exemplo que ocorre na Repecon em São José. Segundo o Sr.Marcos Soares, os pneus de carga armazenados na empresa são enviados através de uma transportadora de Itajaí para a usina de São Mateus do Sul (PR).

Durante toda pesquisa, pôde-se perceber que a grande dificuldade relacionada à reciclagem da borracha de pneus refere-se na maioria das vezes ao custo elevado na implantação de tecnologias de redução, bem como elevados custos referentes à armazenagem, manuseio e transporte deste material.

Por isso, é necessário que exista uma parceria entre as empresas, o governo e entidades de proteção ambiental, na busca de soluções efetivas na questão relacionada à destinação final dos pneus inservíveis, pois as que hoje existem não parecem estar conectadas – falta controle (tanto fiscalização quanto dados estatísticos), incentivo e direcionamento dos órgãos responsáveis.

## **CAPÍTULO V**

### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo principal deste trabalho foi estudar e levantar possíveis alternativas de reutilização dos pneus inservíveis. Com dados levantados verificou-se que a legislação brasileira a respeito da destinação final dos pneus inservíveis determina que é responsabilidade dos representantes da indústria de pneumáticos instalados no país (fabricantes e importadores) - a coleta, o transporte e destinação final dos pneus descartados.

Por isso, notou-se que a partir da vigência das resoluções do CONAMA 258/99 e 301/02 que tratam deste assunto, as ações empresariais se intensificaram a respeito de estudos e pesquisas que possibilitassem a implantação de novas alternativas tecnológicas para reutilização dos pneus descartados.

Sendo assim, a ANIP (representante da indústria de pneumáticos) possui papel essencial no funcionamento de toda logística que envolve o processo de reutilização destes pneus no país. Com o apoio financeiro e logístico, a associação viabiliza a coleta, o transporte e a destinação final adequada deste material, através dos convênios e parcerias celebrados entre a ANIP e várias empresas do mercado de reciclagem de pneus.

Este apoio se faz necessário em razão da dificuldade de se implantar novos processos tecnológicos que utilizem uma quantidade considerável de pneus inservíveis, alternativas que dependem de grandes investimentos em pesquisa e tecnologia, além do alto custo da implantação de maquinários.

Entre estas alternativas de reutilização de pneus inservíveis estão a queima nos fornos de cimenteiras ou em caldeiras das fábricas de papel e celulose (como fonte de energia), além da utilização de grandes quantidades em processos de pirólise (retirada de gás e óleo). Dos processos tecnológicos mais complexos para a reciclagem de pneus, atualmente estas são as opções mais utilizadas no Brasil - a queima através das fábricas de cimento (LAFARGE, CIMENTOS RIO BRANCO, etc), e a pirólise feita

na usina PETROSIX (PETROBRÁS).

Pesquisando sobre estas alternativas, o que se concluiu é que os maiores investimentos em tecnologia ficam por conta das cimenteiras na adaptação de seus fornos para a queima de pneus inservíveis, uma vez que ao receber este material estas fábricas têm duas vantagens - diminuem custos com energia e são remuneradas pelos fabricantes de pneus para destruir este material em seus fornos.

Há também outros processos, mas os mais utilizados no Brasil envolvem a recauchutagem de pneus (ônibus e caminhões); a desvulcanização com a trituração da borracha em partículas de vários tamanhos para aplicações em misturas diversas - asfalto-borracha; fabricação de artefatos de borracha (tapetes automotivos, sola de sapatos, pisos esportivos, etc).

As demais opções de reutilização de pneus inservíveis como exemplo as obras de drenagem, construção de muros de arrimo, barreiras de contenção, aterros, surgem de iniciativas municipais, de pesquisadores e associações não-governamentais que buscam formas alternativas de reciclagem deste material. Estas opções não são consideradas a melhor destinação para os pneus descartados, além de contribuir paliativamente para a solução do problema.

No que tange a questão da destinação final dos inservíveis em Santa Catarina, conclui-se que o órgão ambiental de controle a FATMA não possui dados estatísticos que possam embasar um levantamento da quantidade de pneus inservíveis no estado, qual a destinação final deste resíduo, nem tampouco saber se há estoques temporários de pneus instalados em Santa Catarina. Concluimos que falta definição de uma política com diretriz, controle e fiscalização.

As informações levantadas a respeito deste assunto para nossa região só foram possíveis devido às entrevistas realizadas com a COMCAP, alguns revendedores e recauchutadores de pneus de Florianópolis, São José e Palhoça. Com estas informações se pode concluir que a maior parte da carga de pneus inservíveis que sai de nossa região é encaminhada a Xibiu Reciclagem de Pneus (PR) que envia até a Cimenteira Rio Branco – Grupo Votoran. E foram através destes contatos que se pode perceber que os dados mais atualizados estão por conta destas empresas de reciclagem de pneus, que fazem do transporte até a destinação final do material.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A GUERRA do Pneu Usado. Jornal O Estado de São Paulo, São Paulo, 16 mar. 2007. Seção Editorial, p.A3. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/agenciaNoticias/ClippIndustria/default.aspxát>>. Acesso em: 01 maio 2007.

AGÊNCIA BRASIL – ABR. **Fabricantes e Ibama fecham contabilidade sobre destinação de pneus.** AGÊNCIA BRASIL– ABR, Brasília, 25 out. 2002. Disponível em [http://radiobras.gov.br/ct/2002/materia\\_251002\\_1.htm](http://radiobras.gov.br/ct/2002/materia_251002_1.htm). Acesso em 08 junho de 2007.

ALMEIDA, M.C. **Estudo do Ciclo de Vida do Pneu Automotivo e oportunidade para disposição final de pneus inservíveis.** In: KAMIMURA, Eliane. **Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil.** Dissertação de Mestrado De Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.

AMBIENTE BRASIL. **Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem.** São Paulo, 2001. Boletim Sistema FIEP: Ano I, N. 3, jul./ago. Disponível em: <[http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&cont\\_eudo=../residuos/reciclagem/pneus.html](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&cont_eudo=../residuos/reciclagem/pneus.html)>. Acesso em: 16 maio 2007.

AMBIENTE BRASIL. **Importação de pneus para remoldagem e reutilização no Brasil é discutida no Senado.** [s.l.], Maio 2004. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=14765>>. Acesso em: 31 maio 2007.

ANDRIETTA, Antonio J. **Pneus e meio ambiente:** um grande problema requer uma grande solução. Out. 2002. Disponível em <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>>. Acesso em: 31 maio 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: set. 1987.  
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS. São Paulo. **ANIP em números.** Disponível em: <[www.anip.com.br](http://www.anip.com.br)>. Acesso em: 15 maio 2007.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE RECICLAGEM DE PNEUS E ARTEFATOS DE BORRACHAS (AREBOP). **Aproveitamento de pneus na construção civil**. Ago. 2005. Disponível em: < [www.arebop.org.br](http://www.arebop.org.br) >. Acesso em: 01 jun. 2007.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Pneus**. Brasília. Jun. 1998. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/pneus.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2007.

BARBIERI, J.C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**: as estratégias de mudanças da agenda 21, Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

BERTOLLO, Sandra Ap. Margarido, et al. **Pavimentação asfáltica**: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. Rio de Janeiro. Revista Limpeza Pública nº 54, jan.2000. Disponível em: < <http://www.revistaocarreteiro.com.br/ano2000/Edicao316/reciclagem.htm> >. Acesso em: 31 maio 2007.

BETING, Joelmir. **Um fim para os inservíveis**. São Paulo. 03 abr. 2007. Disponível em <<http://www.joelmirbeting.com.Br.com.Br/noticias.sp?IdgNews=929012>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

BETINI, Bartira. **Onze mil toneladas de lixo foram retiradas do Tietê desde 2002**. Diário de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em:<http://www.iace.org.br/manchete02.htm>.. Acesso em 01 maio de 2007.

BOCK, Lia. Cadeiras feitas com pneus. São Paulo, 10 abr. 2007. Disponível em:[http://www.blogdoplaneta.globolog.com.br/archive\\_2007\\_05\\_08\\_8.html](http://www.blogdoplaneta.globolog.com.br/archive_2007_05_08_8.html). Acesso em: 13 maio 2007.

BOLETIM INFORMATIVO DA BOLSA DE RECICLAGEM SISTEMA FIEP. Ano I. n.3 – JUL/AGO/2001. Disponível em: < <http://www.ambientebrasil.com.br> >. Acesso em: 19 Abr. 2007.

BOLSA DE RECICLAGEM DO SISTEMA FIEP. **Como é o processo de reciclagem de pneus**. Boletim Informativo. Ano I, n.3, JUL/AGO/2001. Disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&c.../pneus.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

BONENTE, Luciana Aires Imbiriba Di Maio, et al. **Transformação de Pneus Inservíveis em dormente ferroviário**: proposta de pesquisa tecnológica. Laboratório de Estudos e Simulação de Sistemas Metro-Ferrovíarios COPPE-UFRJ, 2005. Disponível em:

< [http://www.itcp.coppe.ufrj.br/Dormente\\_pneus\\_inserviveis.pdf](http://www.itcp.coppe.ufrj.br/Dormente_pneus_inserviveis.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2007.

BRAGA, Florindo dos Santos. **Alternativas para o tratamento e destinação final de resíduos oleosos – um enfoque ambiental (estudos preliminares)**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. [s.l], [2004?]. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cxxvii.pdf>>. Acesso em 26 abr. 2007.

BRASIL – Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N.8**, de 15 de maio de 2002, DOU n.95, seção I, de 20 de maio de 2002, Brasília, DF. In: Base de Dados de Informações Documentárias, 2002. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br>>. Acesso em: 21 maio 2007.

BRASIL. Congresso. Senado. **PROJETO DE LEI DO SENADO (PLS) Nº 216/2003**.

Disponível em:

<[http://www.senado.gov.br/web/senador/valdirraupp/Parecer\\_ao\\_PLS21603xCMA.doc](http://www.senado.gov.br/web/senador/valdirraupp/Parecer_ao_PLS21603xCMA.doc)> Acesso em: 25 out. 2006.

BRÜSEKE, Franz Josef. **O problema do desenvolvimento sustentável**. P. 29-40. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). 2 ed. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1998.

CANAL DE TRANSPORTES. **Reciclagem vai além dos pneus**. São Paulo, Informe COMPI. Infralog. 10/06/2005. Ano 4, n. 157. Disponível em <<http://www.fiescnet.com.br>>. Acesso em 13 jun. 2007.

CASTELO, Carla. FERREIRA, Filipe. **Pneus usados**: de problema ambiental a piso de estradas. [s.l], 2007. Disponível em:

<<http://sic.sapo.pt/online/blogs/terraalerta?month=052007>>. Acesso em: 29 maio 2007.

CIMINO, Marly Alvarez. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis**: análise crítica de procedimentos operacionais e tecnologias para minimização adotadas no território

nacional. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos (SP). Disponível em: [http://www.bdttd.ufscar.br/tde\\_arquivos/11/TDE-2004-11-24T14:36:19Z-247/Publico/DissMAC.pdf](http://www.bdttd.ufscar.br/tde_arquivos/11/TDE-2004-11-24T14:36:19Z-247/Publico/DissMAC.pdf). Acesso em: 19 maio 2007.

CIMINO, Marly Alvarez. ZANTA, Viviana Maria. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis (GPI):** análise crítica de ações institucionais e tecnologias para minimização. Artigo Técnico – Engenharia Sanitária Ambiental. Vol. 10. n.4. out/dez/2005, p.299-306. Disponível em: [http://www.artigocientifico.com.br/uploads/artc\\_1142630549\\_95.pdf](http://www.artigocientifico.com.br/uploads/artc_1142630549_95.pdf). Acesso em: 25 abr. 2007.

DANTAS. Iuri. **OMC deixa Brasil Barrar Pneu Reformado.** Folha de São Paulo: São Paulo, 13 jun. 2007. Caderno Dinheiro, p. B5.

DPASCHOAL passa a fornecer pneus usados para Goóc. Artigo publicado em 07 mar. 2007. Disponível em: [www.intellog.com.br/artigosnoticias/go.asp?ID=250516-48k](http://www.intellog.com.br/artigosnoticias/go.asp?ID=250516-48k). Acesso em: 01 jun. 2007.

ECOLOGICAMENTE correta. Site Oficial Empresa Borcol. Disponível em: <http://www.borcol.com.br/>. Acesso em: 20 maio 2007.

GALLACI, Fábio. **As alternativas para a reciclagem de pneus.** Agência Anhanguera. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.web-resol.org/arquivoNot/Reciclagem%20de%20pneus%20velhos.htm>. Acesso em: 01 jun. 2007.

GOLDENSTEIN, Marcelo. **Panorama Da Indústria De Pneus No Brasil: Ciclo De Investimento, Novos Competidores E A Questão Do Descarte De Pneus Inservíveis.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.25, p. 107-130, mar.2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2504.pdf>. Acesso em: 12 maio 2007.

GRANULADO CRIOGÊNICO. Site Oficial da Empresa Recipneu. Disponível em: <http://www.recipneu.com/pt/realizacoes.html>. Acesso em: 02 jun 2007.

GUTIERRES, Marcelo. **O uso de pneus descartados em aterros reforçados.** Agência USP de Notícias. São Paulo, 20/03/2003 - Boletim nº 1154. Acesso em 13.06.2007. Disponível em <http://www.usp.br/agen/bols/2003/rede1154.htm#primdestaq>.



HALLIDAY, Humberto Coelho. **Desafios Logísticos da Coleta e Transporte de Resíduos**: um estudo de caso do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/CPPEAD. Dissertação (Mestrado em Administração).

HANSEN, Carla. **Reciclagem De Pneus Inservíveis**. Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borracha. Abr. 2007. Disponível em: <[www.maxpressnet.com.br/noticia-printer.asp?TIPO=PA&SQ=260241](http://www.maxpressnet.com.br/noticia-printer.asp?TIPO=PA&SQ=260241)>. Acesso em: 02 maio 2007.

INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA (IPEMA). **Algumas técnicas e materiais alternativos**: materiais reciclados. Brasil. Disponível em: <<http://www.ipemabrasil.org.br/ecomateriais.htm>>. Acesso: em 01 maio 2007.

KAMIMURA, Eliane. **Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

LOJUDICE, Marcelo. **Companhias Investem Para Reciclar Pneus. Valor Econômico**. Jun. 2002. Disponível em: <[http://www.sebrae-sc.com.br/novos\\_destques/Oportunidade](http://www.sebrae-sc.com.br/novos_destques/Oportunidade)>. Acesso em: 10 jun. 2007.

LORA, Electo Silva. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília (DF): ANEEL, 2000.

MACHADO, Paulo Afonso de. **Direito Ambiental Brasileiro**. 9ª ed. São Paulo: Malheiros, 2001.

MANSUR, G.L. MONTEIRO, J. H. **Sistemas alternativos para a limpeza urbana**. Apostila do Curso de Limpeza Pública, 6-9 ago. 1990, Curitiba. Rio de Janeiro: IBAM:ENSUR/Fundação Hanns-Seidel, 1990.

MARTINS, Haroldo A F. **A Utilização Da Borracha De Pneus Na Pavimentação Asfáltica**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Anhembí Morumbi no âmbito do Curso de Engenharia Civil com ênfase Ambiental. São Paulo. Disponível em: <[http://cursos.anhembibm.br/uam/disc/tcc\\_2004/cd/15%20a%20utilizacao%20da%20borracha.pdf](http://cursos.anhembibm.br/uam/disc/tcc_2004/cd/15%20a%20utilizacao%20da%20borracha.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2007.

MIDAS ELASTÔMEROS REVOLUCIONA MERCADO DE BORRACHA. Disponível em: <<http://www.jorplast.com.br/jpdez01/pag07.html>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

MONTIBELLER – FILHO, Gilberto. **O Mito Do Desenvolvimento Sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001, 306 p.

MORILHA, Armando Jr. GRECA, Marcos Rogério. **Asfalto Borracha – ECOFLEX**. São Paulo. Ago. 2003. Disponível em <[http://www.iep.org.br/lit/apostila\\_asfalto\\_borracha.doc](http://www.iep.org.br/lit/apostila_asfalto_borracha.doc)>. Acesso em: 18 out. 2006.

NOSSO FUTURO COMUM. Comissão Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

PÁDUA, José Augusto. **Em busca de uma economia ecológica**. São Paulo, 23 maio 2007. Disponível em: <<http://arruda.rits.org.br/oeco/servlet/newstorm.ns.presentation.NavigationServlet?publicationCode=6&pageCode=115&textCode=22130>>. Acesso em: 01 jul. 2007.

PEREIRA, Lauero Charlet. TOCCHETTO, Marta Regina Lopes. **Resíduos: “É preciso inverter a pirâmide – reduzir a geração”**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3.../residuos.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

PINHEIRO, Jorge Henrique Magalhães. **Incorporação de borracha de pneu em misturas asfálticas de diferentes granulometrias (Processos Úmidos e Seco)**. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004. 166 fl. Disponível em <<http://www.det.ufc.br/petran/teses/DissertacaoJorgePinheiro2004.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2007.

PIRELLI. **Pneus, informações técnicas**. Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br/pr/pneumatici/infotek/index.htm>>. Acesso em: 07 maio 2007.

PIRELLI CLUB TRUCK. **Destinação Correta Para Os Pneus Inservíveis**. Disponível em: <<http://www.pirelliclubtruck.com.br/revistaclubtruck/revista/truck09/alerta.html>>. Acesso em: 07 maio 2007.

PIRELLI. **XAPURI – Iniciativa Permite Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em:

<<http://www.pirelli.com.br/web/company/social-responsibility/social/xapuri/default.page>>. Acesso em: 13 jun. 2007.

PNEU XAPURI. Disponível em: <<http://autoesporte.globo.com/edic/ed428/painel1.htm>>. Acesso em: 13 jun 2007.

USP NOTÍCIAS. **Pneus São Alternativas Para Recuperar Áreas Degradadas Pela Erosão**. São Paulo, 07 jun. 2005. REVISTA USP NOTÍCIAS. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/repgs/2005/pags/113.htm>> Acesso em: 20 maio 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. *SITE OFICIAL*. Disponível em: <<http://www2.fozdoiguacu.pr.gov.br/site/>>. Acesso em: 30 jun. 2007.

PROJETO JOÃO DE BARRO BOM –PLAC. **Três em um: projeto de casas populares com pneus em Santa Cruz do Sul**. Santa Cruz do Sul (RS), Nov. 2002, edição 36. Disponível em: <<http://cidadesdaobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=6&newcod=120>>. Acesso em: 26 maio 2007.

RAMOS. Leonardo Sohn Nogueira. **A logística Reversa de Pneus Inservíveis: O problema da Localização dos Pontos de Coleta**. Dissertação de Mestrado. 2005, 99 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

RECAUCHUTA BRASIL. **Recapadores mostram como estão remando contra a crise na feira realizada em São Paulo**. Disponível em: <<http://www.cargapesada.com.br/edicoesanteriores/edicao105/recau105.htm>>. Acesso em: 28 maio 2007.

RECICLAR É VIDA E ESTÁ EM NOSSAS MÃOS. Revista ABRAPNEUS, ANO XI - nº 61 - JUL/AGO 2003. Disponível em: <<http://www.abrapneus.com.br/Revistas/Revi61/Revista61.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

REVISTA FAPEMIG. **Nova tecnologia mineira é simples e barata**. Artigo publicado na Revista FAPEMIG. Disponível em <<http://www.revista.fapemig.br/materia.php?id=164>>. Acesso em: 01 abr. 2007.

REVISTA FATOR BRASIL. **Numa boa dos pneus aos pés: Goóc e DPASCHOAL fazem parceria pela sustentabilidade ambiental.** São Paulo, 06 mar. 2007. Disponível em: < [http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver\\_noticia.php?not=5937](http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=5937)>. Acesso em: 20 jun. 2007.

REVISTA JORNAUTO. ANIP Diz Não À Importação De Pneus Usados. Edição 153. Seção Panorama, p. 35. Disponível em:< [http://anip.c.../main\\_content.aspx?scp\\_id=173&scm=391&sys\\_menu\\_id=395&subscm=39](http://anip.c.../main_content.aspx?scp_id=173&scm=391&sys_menu_id=395&subscm=39)>. Acesso em: 15 maio 2007.

RT SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em:< <http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt299.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2007.

RT SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Ministério da Ciência e Tecnologia. Serviços industriais, pneus reciclados. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 06 abr. 2006. Disponível em: <http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt3209.pdf?PHPSESSID=79e7f659f3096866651bc02d4eaa8718>. Acesso em: 10 jun. 2007.

SABEDOT, Sydney. **A sustentabilidade dos recursos naturais não-renováveis.** P.107-121. In: PENNA, Rejane (org.). **Conhecimento, sustentabilidade e desenvolvimento regional.** Canoas: Unilasale, 2006.

SALINI, Réus Bortolotto. **Utilização de borracha reciclada de pneus em misturas asfálticas.** Dissertação de Mestrado, 2000, 120 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SANDRONI, Mariana. PACHECO, Elen B.A V. O Destino Dos Pneus Inservíveis. 2005. Disponível em: < <http://www.niead.ufrj.br/artigoelen.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

SANTA CATARINA (Estado). **LEI ESTADUAL N.12.375/2002**, de 16 de julho de 2002. Dispõe Sobre A Coleta, O Recolhimento E O Destino Final De Pneus Descartáveis e Adota Outras Providências. **DECRETO LEI N. 6.215**, de 27 de dezembro de 2002. MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. Disponível em:<<http://ww.mp.sc.gov.br>>. Acesso em: 01 maio 2007.

SASSE, Júlia. **A Deposição de Lixo na Alemanha:** alternativas para um programa brasileiro de administração do lixo. Piracicaba (SP), 2002. Revista Impulso: Vol.13, n.30, p. 1-159.

SETOR RECICLAGEM. **Playground De Pneus.** Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=gallery>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

SUGIMOTO, Luiz. **Tese propõe metodologia para descarte de pneus.** São Paulo, 2004. Jornal da UNICAMP, Edição 244, 15 a 21 mar. 2007. Disponível em: [http://www.unicamp.br/unicamp\\_hoje/ju/marco2004/ju244pag11.html](http://www.unicamp.br/unicamp_hoje/ju/marco2004/ju244pag11.html)>. Acesso em: 28 maio 2007.

TEIXEIRA, Antonio Carlos. **Lixo ou rejeitos reaproveitáveis?** São Paulo, 2005. Disponível em: [http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.p.../lixo\\_rejetis\\_o.htm](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.p.../lixo_rejetis_o.htm)>. Acesso em: 19 abr. 2007.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental:** como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14000). São Paulo: Pioneira, 1995.

VALOR ECONÔMICO. **Asfalto ecológico é solução econômica para pneus velhos.** Jornal Valor Econômico, São Paulo, 06 mar.2006. Caderno: EMPRESAS & TECNOLOGIAS. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/secao/interna.asp?id=14349>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

WILLES, C.C. **A Review of Solidification / Stabilization Technology.** Journal of Hazardous Materials. Vol. 13, p.5-21, 1987. In: VI SIMPOSIO ITALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Encapsulamento: Uma Alternativa Para O Tratamento E Destinação Final De Resíduos Oleosos – Um Enfoque Ambiental (Estudos Preliminares).** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Autor: Florindo dos Santos Braga et al. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cxxvii.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2007.